

سفارى إلى الجهاز المناعى

سلسلة المكتبة العلمية ... كتب علمية مبسطة



تأليف

أ.د. محمد لبيب سالم

أستاذ المناعه كلية العلوم جامعة طنطا

٢٠١٨

سفاري إلي الجهاز المناعي

بقلم

أ.د. محمد لبيب سالم

أستاذ المناعة

كلية العلوم – جامعة طنطا

مصر

2014

نبذة عن المؤلف



أ.د. محمد لبيب سالم

أستاذ المناعة بقسم علم الحيوان بكلية العلوم جامعة طنطا

أستاذ زائر بقسم المناعة والميكروبيولوجي ومعهد السرطان بكلية الطب بالجامعة الطبية بكارولينا الجنوبية بالولايات المتحدة الأمريكية

مدير مركز التميز لأبحاث السرطان بجامعة طنطا

مدير مركز المشروعات والإبتكارات ونقل التكنولوجيا

المشرف علي مركز بحوث تنمية إقليم الدلتا التابع لأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا

عضو اللجنة الوطنية للعلوم البيولوجية بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا

عضو اللجنة الوطنية لترقية الأساتذة بالمجلس الأعلي للجامعات

مؤلف الأكثر من 100 بحث في مجال المناعة منشورة في الدوريات العالمية

حاصل علي أكثر من 20 مشروع بحثي في مجال المناعة والسرطان والخلايا الجذعيه

تمهيد

"إذا أردت أن تقضي علي من إحتل الوطن فيجب أولا معرفة الطرق التي يستخدمها في التمويه والسكون والهجوم ، ثم تطور طرق مضادة للإنقضاض في كل إتجاه وليس إتجاه واحد، وكذلك يعلمنا الجهاز المناعي"

إذا قابلت خلية مناعية وتحدثت اليها معربا عن إعجابك بها فلن تفهم لغة الإعجاب هذه وسوف تطلب منك أن تغير الحديث فهي لا تعرف لغة المجاملات. وإذا سألتها ماهي وظيفتك الأساسية فسوف ترد علي الفور وبدون تفكير "التعامل فورا مع الغريب و القضاء عليه والتخلص من جثته حتي لو كلفني الأمر حياتي". وإذا سألتها وكيف تميزي الغريب من القريب فلن ترد عليك وسوف تتركك وتذهب لعملها المبرمجة من أجله حتي لا تضيع وقتها في الإجابة عن سؤال مفترض أنك علي علم به.وكما تعلمت جميع الخلايا المناعية دروسها في كيفية التمييز بين الجسم الغريب والقريب ، فهي تظن أن بني آدم جميعا قد تعلموا أيضا المعلومات الأساسية عن جهازهم المناعي الذي بدونه يضعف الإنسان ويمرض ويموت. و لكن للأسف هي لا تعلم أن الكثير منا ليس لديه علم بهذه المعلومات الأساسية بالرغم من ثورة المعلومات والإنترنت والفيسبوك التي نعيشها.

و الجهاز المناعي من أروع الأجهزة في جسم الانسان والحيوان والذي خلق لغرض واحد وهو توظيف جميع أسلحته الفتاكة لمهاجمة العدو سواء كان يسبح في الدم أو يختبأ بين الخلايا أو داخلها بدون أن يصيب خلايا الجسم السليمة بسوء. ويتكون الجهاز المناعي من اعضاء أساسية التي يتم نشأة وعندج الخلايا المناعية فيها وتشملة هذه الاعضاء نخاع العظم والغدة الثيموسية اعضاء ثانوية التي تهاجر اليها الخلايا المناعية بعد نضجها في الأعضاء الأساسية لتبدأ في القيام بوظائفها في الدفاع عن الجسم ضد أي ميكروبات.

وعلي عكس الخلايا التي بالأجهزة الأخري بالجسم, فخلايا الجهاز المناعي دوارة ليس فقط داخل الأوعية الدموية كما تفعل خلايا الدم الحمراء ولكن داخل الأوعية الليمفاوية. وليس هذا فحسب بل تمتلك هذه الخلايا مع كثرة أنواعها قدرة عالية علي التخصص والتعاون وعلي تذكر شكل وحجم العدو. كل هذه الصفات تجعل من الجهاز المناعي جهازا فوق العادة , جهاز سوبر خاصة أن رد الفعل المناعي هو امضاء الجسم النهائي للتعامل مع العدو الخارجي.

وجاءت فكرة هذا الكتاب لتحقيق هدف أساسي وهو تبسييط المعلومات عن الجهاز المناعي شاملة أنواع وتسمية وتكوين وتوزيع ووظائف الخلايا المناعية وذلك بأسلوب روائي مشوق في متناول القاريء الغير متخصص وكذلك طلاب المرحلة الأساسية. كما يهدف الكتاب. إلي تحريك عقل القاريء في ربط الظواهر البيولوجية بالأمور الحياتية .

كما يهدف الكتاب أيضا إلي تعلم الأسلوب العلمي المبسط في تحليل الظواهر البيولوجية وربطها سويا ومعرفة فلسفة ألية عملها وذلكبعرض بعض الأمثلة عن كيفية التعلم من البيولوجيا في مجال الصناعة والتجارة والفن والأدب والتعليم. وهذا الكتاب جادة محاولة في مجال تبسيط العلوم باسلوب روائي.

محتوي الكتاب

الفصل الاول

معسكر المناعة

انتهي العام الدراسي وتقدم الطلاب برغباتهم الي المعسكر الصيفي في العلوم والهندسة والرياضيات والإجتماعيات والتاريخ والجغرافيا. القبول بالمعسكر الصيفي يمثل للطالب فرصة كبيرة ليس فقط لتعلم الحياة من الطبيعة والواقع بل أيضا لكي يحصل علي درجات إضافية تزيد من ترتيبه الدراسي وفرصة الحصول علي منحة دراسية للجامعة.

ولأن الإقبال علي الإشتراك في المعسكر أصبح عاليا نتيجة لسوء الإقتصاد القومي الذي جعل من الصعوبة الحصول علي منحة دراسية للجامعة كما كان من قبل ، فقد أصبح القبول بالمعسكر تنافسيا جدا وله معايير تضمن إختيارا مناسبا.

القاعة مكتظة بالطلاب فاليوم موعد معرفة نتيجة القبول والكل متشوق لمعرفة إذا كان اسمه مدرجا هذا العام في أي معسكر. حانت اللحظة الحاسمة للإعلان. ملأت الفرحة وجه عمرو عندما سمع إسمه علي أول القائمة لمعسكر العلوم. وبعد الإنتهاء من اعلان الأسماء انتقل المشرف العام علي المعسكرات الصيفية في القاء القواعد المنظمة

للعمل في المعسكرات ثم ترك القواعد الخاصة لكل معسكر للمشرف المباشر الذي تم تعيينه من أحد المدرسين كل في تخصصه.

من أهم القواعد العامة التي أشار اليها المشرف العام أن يقوم كل فريق من الطلاب يعمل سويا بإختيار رئيس للفريق ليكون قائدا لهم أثناء أي نشاط في فترة المعسكر وذلك بالطبع تحت إشراف المشرف المسئول عن كل فريق. الأمر الأخر هو كتابة تقرير مختصر من كل طالب عما استفاد به من المعسكر من الناحية الإجتماعية والعلمية ليقدمه لقائد الفريق والذي سوف يقوم بدوره بكتابة تقرير مجمع عن الفريق ككل ثم عرضه أمام جميع فرق المعسكرات المختلفة للمدرسة علي ان تكون هناك جائزة لأفضل عرض فيه تفكير خارج الصندوق بمعني ان يكون للمعسكر تطبيق عملي في الحياة بطريقة غير تقليدية .

اجتمعت مجموعة معسكر العلوم في وجود المشرف الذي أطلق عليه الطلاب الخبير العلمي. وبعد المناقشة والتصويت اتفق الطلاب علي أن يكون عمرو هو قائد المجموعة والذي قبل المسئولية بفرحة عارمة وعليه دعي عمرو لإجتماع لتحديد الموضوع العام للمعسكر ثم موضوع المشروع الذي سوف يختاره الطلاب ليتم تنفيذه من قبل المجموعة.

عرض المشرف فكرته العامة عن موضوع المعسكر في العلوم وترك لهم حرية إختيار المشروع. وكانت فكرته تدور حول الربط بين

الظواهر البيولوجية والأمور الحياتية بمعني التعلم من البيولوجيا في التفكير المنطقي وإتخاذ القرارات وكذلك الإقتصاد وفن التعامل والتعاون والدفاع والهجوم وهكذا من أمور الحياة التي تتطلب منا معرفة أصولها حتي تكون مرجعا يهتدي به فالطبيعة هي خير مرجع.

وتحدث المشرف بإستفاضة عن أهمية ادراك وتحليل ما خلقه الله وكيف أنها تؤثر بإيجابية في تطور الإنسان لفكره. وأعطي في ذلك الأمثلة الكثيرة ومنها ألية أجهزة الجسم في الإقتصاد في كل شيئ كما يظهر ذلك من خلال ما يسمي بظاهرة "التغذية المرجعية" ومعناها أن عمل أي جزيء يتوقف علي مستواه في الجسم.

أما إذا كان مستواه منخفضا تقوم الخلية المسؤلة عن إنتاجه بإفرازه حتي يصل الي مستواه المطلوب. حينئذ يحدث فعل عكسي تحت تأثير هذا المستوي يجعل الخلية تتوقف عن إفرازه وبالتالي يبقي مستواه دائما في صورته الطبيعيه. وهذا خير مثال للإنسان أن ينظر إلي خلق آيات الله في نفسه ليتدبرها ويتعلم منها قواعدا تطبق في حياته.

ثم ضرب المشرف مثالا خاصا عن كيفية عمل الجهاز العصبي لخدمة الجسد بتناغم دقيق يجعل الإنسان قادرا علي التفكير المنطقي وإتخاذ القرارات بطريقة يشعر بها الإنسان بطريقة مباشرة كما يشعر بها في حركاته الخارجية أو بطريقة غير مباشرة والتي يشعر بها عن طريق التحكم في تشغيل جميع أجهزة الجسم للقيام بوظائفها الأساسية

مثل الهضم ، التنفس ، وخلافه دون أن يشغل الإنسان باله بهذه الأمور علي الإطلاق.

ثم تحدث المشرف عن بيولوجيا الجهاز المناعي ومما يتكون وكيف أن الإنسان تعلم من الجهاز كيفية الدفاع عن نفسه و كيفية التفرقة بين الصديق والعدو وكذلك تعلم الإقتصاد وتوفير القوة والتعاون و العديد من الأمور الأخري. ويكفي أن نعرف أن تنظيمات الجيوش تعتمد في فكرها علي نظام الجهاز المناعي.

في النهاية طلب المشرف من الطلاب أن يختاروا جهازا في جسم الإنسان أو جسم أي حيوان ليكون موضوع المشروع كنموذج للأجهزة الأخري .

بعد نقاش وتحاور وعرض جميع الإحتمالات اتفق الجميع علي أن يكون موضوع المشروع عن جهاز في جسم الإنسان لأن أجهزته الأكثر تطورا وبالتالي تكون الدروس المأخوذه منها اكبر وفي نفس الوقت تكون فرصة لفهم خلق الإنسان وتحقيقا لقول الله سبحانه وتعالي " وَفِي أَنْفُسِكُمْ ۚ أَفَلَا تُبْصِرُونَ " 21 الذاريات . وفوق كل ذلك فهي فرصة ممتازة للطلبة لدراسة جزء من جسم الإنسان خاصة أن معظم أفراد الفريق يتطلعون الي دراسة الطب.

ترك المشرف طلبة فريق معسكر العلوم ليختاروا الجهاز موضوع المشروع وقد كان الجهاز المناعي بإتفاق الجميع نظرا لأن الطلاب لم تتح لهم الفرصة لدراسة هذا الجهاز بعد بالإضافة أنهم سمعوا عن

أهميته لقوة الجسم خاصة أنه يذكرهم بأفلام الأكشن التي يفضلونها عن باقي الأفلام. ويكفي أنه الجهاز المسؤل عن نجاح التطعيمات التي يأخذها الجميع أثناء مرحلة الطفولة.

بخلاف كل عام حيث إعتاد الطلاب أن يكون معسكر الصيف عبارة عن محاضرات ورحلات خلوية أو سفاري مفتوحة ، فان برنامج قضاء المعسكر هذا هذا العام مختلف الي حد كبير فالوقت المخصص للرحلات أقصر وتم تعويضها بفقرة جديدة عبارة عن رحلة الي المكان المطلوب ولكن عن طريق برنامج ثلاثي الأبعاد يماثل الواقع تماما مثل ما يحدث في سينما الثلاثية الأبعاد. الفارق هنا هو أن كل فريق يستطيع أن يبحر داخل هذا الفيديو وذلك بتصنيع مركبة بمواصفات خاصة يتم برمجتها كأنها قطعة من قطع الفيلم ليتم التعايش الكامل مع الأحداث تماما كما يحدث في مدينة العجائب "والت ديزني" "والستاديوم" بالولايات المتحدة الأمريكية عندما تركب عربة تأخذك الي الفضاء أو أعماق البحار.

وقد فكر المشرف العام علي المعسكرات في هذه الطريقة ليسمح للطلاب بالإبداع والمشاركة الحقيقية بطريقة علمية حتي ولو كانت مجرد خيالات تتحقق من خلال برنامج ثلاثي الأبعاد.

ومع أن معظم الطلاب يعرفون الأفلام ثلاثية الأبعاد جيدا فقد شاهدوا الكثير منها في دور عرض السينما بالإستعانة بإرتداء نظارات خاصة تمكنهم من رؤية البعد الثالث ، إلا أن المشرف علي المجموعة

إصطحبهم إلي المكان الذي سوف يتم فية محاكاة الواقع في الإبحار في جسم الإنسان في الصورة التي يريدها كيفما يشاء بشرط أن تكون هذه الصورة مقبوله كمكون طبيعي في الجسم.

ولكي يحقق ذلك أُطلق العنان لكل من يريد دخول الجسم أن يحور نفسه كيفما يشاء ليكون في صورة خلية أو بروتين أو أقل من ذلك لو أراد حسب رؤية المستخدم وإبداعاته الشخصية وماذا يريد أن يري في الجسم علي مستوي الأعضاء أو الخلايا أو الجزيئات.

المكان فسيح يشبه القبة السماوية ومظلم إلا من بعض الإضاءات الخافتة المتناثرة هنا وهناك تسمح بالكاد أن تري كف يدك. أخذ المشرف يشرح للفريق تكوين المكان وكيفية إستخدامه قبل أن يتم التدريب عليه ابتداءا من غد لفترة قصيرة قبل الإستخدام النهائي في تجربتهم نهاية الأسبوع. تحت هذه القبة سوف يظهر دواخل الجسم علي مستوي أجهزته وأعضائه وخلاياه وحتي جزيئاته بالتفصيل تماما وكأنك تبحر بنفسك داخل الجسم وكأنك تغوص في البحر أو "أكواريام".

يوجد علي كل جانب من المكان شاشة لعرض جسم الانسان بالكامل تظهر المكان الذي يوجد فيه المستخدم فإذا كان داخل أنسجة القلب تظهر نقطة حمراء في مكان القلب وإذا كان في نخاع العظم بالفخذ تظهر دائرة هناك وهكذا. ويشبه هذا النظام طرق التحكم في مرور

المدن الكبيرة من خلال نظام ألي يستخدم شاشات لعرض التفاصيل وششاة أخري لعرض المكان العام ككل.

ولذلك فالتصميم هنا يحتاج الي دراية عن طبيعة الجهاز الذي سوف يتم محاكته شاملة مكوناته وتضاريسه ومنتجاته ومدخلاته ومخرجاته وكيفية إتصاله بالأجهزه الأخري بالجسم حتي لا يتم الإلتصاق بها أو الغرق بها أو التحلل تحت تأثير منتجاتها مثل العصارات الهاضمة بالجهاز الهضمي علي سبيل المثال. وأكد المشرف مرة أخري علي الأهمية القصوي لهذه المرحلة ولذلك فقد خصص يوما للقراءة والإضطلاع عن الجهاز والمناقشات وورش العمل ويوما للتصميم بناءا علي القراءة ويوما أخر لإختبار الوسيلة التي تم تصميمها وإعادة التصميم إذا لزم الأمر لتعديل أي خطأ.

وجه المشرف حديثة بحزم وجدية الي الطلاب بأن يعكف الجميع علي قراءة الإرشادات لكيفية إستخدام القبة لتجنب أي مشكلات تكنيكية وذلك قبل التعرف عليها. وسوف يصحبكم أحد الفنيين المحترفين لشرح تفصيلي عن القبة ومكوناتها وكيفية التعامل معها ثم إعطاء مثال لأي جهاز أخر تختارونه بالطبع غير الجهاز المناعي ليكون نموذجا للعمل.

الآن أترككم يا أصدقائي مع قائدكم عمرو علي أن اراكم بعد ساعتين ولا تنسوا أن يتم تسجيل أي مناقشات أو ملخص للقراءات أو تصميمات أو صور لكم أثناء العمل وذلك في المدونة المعطاة لكل

منكم فبدونها لن يتم تكملة التجربة ولكن بها سوف تحصلون علي درجات لأن تدوين الأفكار والمشاهدات وطريقة العمل هي من أصول وبديهيات البحث العلمي حتي ولو كان نظريا.

تمنياتي بحظ موفق في الوصول الي وسيلة علمية إبداعية تجنبكم مشكل الجسم وتقلباته وتمكنكم من الإبحار في الجهاز المناعي وتستمتعوا بكل ثانية فيه تقصوها بين جنباته. كما أن عليكم تصميم الوسيلة التي تتفقوا عليها علي جهاز الكمبيوتر بأنفسهم وذلك بمراعاة طبيعة الجهاز الذي ينون زيارته مع الأخذ في الإعتبار أيضا طبيعة الأجهزة الأخري التي قد يمرون عليها قبل أو بعد أو أثناء دخولهم الجهاز المطلوب بالجسم . ولذلك فتصميم الوسيلة مهم للغابة فعليها يتوقف نجاح الفريق في الوصول الي هدفه وانهاء رحلته بنجاح أو الفشل نتيجة تحلل الوسيلة بفعل أي عامل لم يأخذ في الإعتبار أثناء التصميم.

ترك المشرف الفريق مع قائدهم عمرو ليتجولوا في المكان ليعرفوه عن قرب ويتعودوا عليه وعلي أبعاده علي أن يعود إليهم بعد ساعتين ليناقشوا شكل وحجم ومكونات وصفات الوسيلة التي سوف يستخدمونها لدخول الجسم

خفق قلب عمرو عندما تركه المشرف وحيدا مع باقي الفريق ولكنه تمالك نفسه ونادي علي كل نقاط قوته لتجتمع له الأن لكي يقود هذا الفريق للنجاح والوصول الي المهمة المطلوبة وهي زيارة الجهاز

المناعي أخطر أجهزة الجسم والخروج منه سالما بمعلومات حية قد تتنقلها وكالات الأنباء. ابتسم عمرو في نفسه ونادي الفريق الي أول إجتماع برئاسته لينظم طريقة وبرنامج العمل من الآن.

فوجئ الجميع وهم في بداية الإجتماع بمن يقدم لهم عصير ليمون طازج ومعه دعابة مكتوبة علي ورقة صغيرة ، اشربوه هنيئا ليساعدكم علي التفكير وتقوية جهازكم المناعي ولا تنسوا أن تدونوا هذه الملحوظة ، وكانت الورقة الصغيرة بإمضاء المشرف. ضحك الجميع علي هذه اللفتة العلمية من مشرفهم وبدأ الإجتماع.

حسب ماتوصلنا إليه من تقسيم أنفسنا مجموعات في القراءة والحصول علي المعلومات الأساسية عن الجهاز المناعي فعلينا الآن قضاء ساعة في القراءة ثم نصف ساعة أخري للإجتماع و لتلخيص المعلومات وتنظيمها علي مستوي المحاور الآتية:

- مكونات الجهاز المناعي علي مستوي الأعضاء والأنسجة والخلايا والجزيئات.
- الأماكن التي توجد بها أجزاء الجهاز.
- إفرازات مكوناته.
- الأعضاء المتصلة والمتعاونة مع الجهاز المناعي وطبيعة مكوناتها.
- المداخل و المخارج للجهاز المناعي.

- جميع المقاسات للأوعية والشعيرات الدموية المؤداه للوصول الي الجهاز المناعي وتلك الموجودة به.

وبعد الوصول الي هذه المعلومات سوف نقدم عرضا للمشرف ومعه اسئلتكم ان وجد. ولكن قبل أن نبدأ في القراءة أنا أري أن نقضي النصف ساعة الأولي من الساعتين في الإستماع الي شرح مبدأي من الفني عن مكونات القبة فقد تساعدنا في التركيز علي نقاط تكنيكية محددة أثناء القراءة علي أن نعود لها إن أردنا في وقت لاحق.

بعد الشرح السريع للفريق من الفني المسئول عن القبة طلب عمرو من الجميع الذهاب الي المكتبة الملحقة بالقبة لقراءة معلومات عن الجهاز المناعي ومشاهدة شرائط فيديو لمعرفة كل عضو بالجهاز وتضاريسه قبل رحلة الغوص والإبحار فيه خاصة بعد أن بين لهم الفني بالقبة الاعضاء والأجهزة المجاورة للجهاز المناعي. بالإضافة ان الشاشات الجانبية في القبة مزودة بإمكانية عرض بعض المعلومات البسيطة عن كل عضو في أي جهاز بالجسم بمجرد الضغط علي اسمه بالشاشة.

كانت هذه أول مره يقرأ فيها عمرو عن الجهاز المناعي ولكنه كان قد تعلم من والده ووالدته ان وظيفة هذا الجهاز مثله مثل جهاز المخابرات العامة للدولة والجيش والشرطه فكما ان هذه الأجهزة تعمل لهدف واحد وهو الحفاظ علي أمن الدوله بمنع ومحاربة أي عدوان خارجي وكذلك منع المشاحنات الداخليه في الوطن نفسه فان الجهاز

المناعي يقوم بذلك علي أكمل وجه ولكن علي مستوي الصحه العامة للفرد وذلك عن طريق صد الميكروبات ومحاربتها للحفاظ علي وظائف الجسم المختلفة. ولذلك فالجهاز المناعي يحارب ويدافع لتبقي باقي الاجهزه سليمة معافاة من ائ سوء.

الفصل الثاني

المناعة وأفلام الخيال العلمي

انتهت الفترة المحددة للقراءة عن الجهاز المناعي في المتعة من كتب المكتبة والمصادر الأخري من افلام وانترنت ورجع الفريق بالكامل ومعهم عمرو اللي قاعة الاجتماع الملحقة بالقبة السماوية ليكي يعرض كل منهم ماقراه وعلاقته بالموضوع.

ترأس عمرو الاجتماع في غياب المشرف الذي تعمد أن يتركهم حتي يشعروا بالاستقلال علي أن يتابع معهم بعد أن ينتهوا ويصلوا الي نموذج متفق عليه مبني علي معلومات علمية رصينة. طلب عمرو من كل عضو من الفرق تقديم مبسط عن متواصل عليه من معلومات عن الجهاز المناعي علي ان يبدأهو بعرض معلوماته ثم ينهي هوايضا بإجمالي ملخص المعلومات .

بدأ عمرو بتقديم الجهاز المناعي علي أنه جهاز يستحق أن يطلق عليه جهاز سوبر فهو يعمل كما يعمل "سوبر مان" أو "سبايدر مان" لأسباب كثيرة رصد منها:

- ✓ توجد أنسجة الجهاز المناعي في كل مكان في الجسم بطوله وعرضه سواء في أنسجة الجهاز المناعي نفسه او أنسجة

أعضاء الأجهزة الأخري فهي في كل مكان للدفاع حتي الموت.

- ✓ خلايا الجهاز المناعي متحركة دوارة في الجسد تتحرك من نسيج الي نسيج ومن عضو الي اخر ومن الرأس الي القدم.
- ✓ الخلايا المناعية مع كثرة انواعها واعدادها تتحدث وتتعامل سويا بصورة راقية ومنظمة جدا فيها تخصصية عالية حيث تقوم كل منها بوظيفة محددة اما بمفردها او بالتعاون مع زميلاتها.
- ✓ الخلايا المناعية لديها ذاكرة قوية للتعرف علي الاجسام الغريبة اذا راتها مرة اخري في الجسد بعد القصاء عليها في المرة الاولي.

ولذلك فان أفلام الخيال العلمي مثل "سبايدر مان" لم تأتي من فراغ بل لها علاقة بالظواهر البيولوجية وان جهلها كتاب هذه الأفلام ومخرجيها. وأضاف عمرو من يدري ، فمن المحتمل أن كتاب أفلام الخيال العلمي يستوحوون افكارهم من كيفية عمل الخلايا أو يسألون متخصصون من العلماء الذين يعرفون كيف تعمل الخلايا وكيف تتحرك وتتكاثر وتحيا. فمثلا فيلم "سبايدر مان" يدور حول القدرة الفائقة لشاب في انقاذ الأفراد والبنايات من الكوارث بحركات بهلوانيه سريعة وقويه في الوقت المناسب عن طريق الانتقال السريع من مكان لمكان بواسطة خيوط عنكبوتية ولذلك سمي بهذا الاسم..

وان كانت هذه القدرات خيال علمي في هذا الفيلم الا أنها ليست خيالا للخلايا المناعية بل واقعا تقوم به كل دقيقة بل كل ثانية في جسدنا دون أن ندري بما يجري هناك في الرئتين أو الأمعاء أو الكبد من انتقال سريع ومبهر للخلايا المناعية من عضو الي أخر في سرعة فائقة.

وأندمج عمرو في وصف الجهاز المناعي محاولا ان يثبت بالفعل انه جهاز فوق العادة. فأضاف ملحوظة شيقة حيث قال علي عكس الفيلم الذي وراءه كاتب وسيناريست ومنتج ومخرج وممثلين واضاءه وتصوير ومونتاج وخلافه لكي يتحول الخيال العلمي الي مشاهد في فيلم نتسلي به ولا نصدقه في النهاية ، فإن الخلايا المناعية تعمل دون الرجوع الي أحد فهي مبرمجه للقيام بعملها منذ ولادتها ونضحها في الجسم ولا تنتظر أوامر من الأخر ولا حتي صاحبها الذي تعيش في جسده.

ففي معظم الحالات لا يعلم صاحبها أي شيئ عما تقوم به من مجهودات خارقة ومخلصة للتصدي للأعداء وهي الميكروبات الا في الحالات التي تزداد فيها حده المعركة بين الميكروب والخلايا المناعية فيموت الميكروب ومعه بعض الخلايا المناعية ويظهر ذلك علي هيئة صديد او خراج. اما في معظم الحالات فلا نشعر بهذه المعارك علي الاطلاق تماما كما تفعل خلايا الجهاز الهضمي والتنفسي والعصبي وغيرها التي تعمل داخلنا دون أن نشعر بها الا اذا حدثت مشكلة ما

تتطلب تحذير صاحب الجسد في معرفة ما يدور فيه حتي يأخذ احتياطاته ويمد يد المساعده لو أمكن علي الأقل بالابتعاد عن أسباب المشكله.

واستمر في وصفه للجهاز اذا دققنا في الاكتشافات الحديثة سواء علي هيئة الأجهزة او الأدوية أو البرامج نجد ان معظمها مبني علي بيولوجيا الانسان او الحيوان حيث يتم تقليد ما يتم في الواقع داخل جسم الكائن الحي بطريقة صناعية هدفها في النهاية خدمة الانسان أو الحيوان أو النبات.

فمثلا الكاميرا تقليد للعين وسماعة الأذن تقليد للأذن , والأرجل الصناعية تقليد للأرجل , والكمبيوتر تقليد لمخ الانسان , والطائرة تقليد للطائر , والغواصة المائية تقليد لما تقوم به الخنفسة المائية , وبناء العمارات تقليد لتراص أنسجة الجسم , والمورفين وادوية النوم تقليد لما يفرزه المخ , وادوية الهضم والفوار ماهي الا تقليد للانزيمات الهاضمة التي تفرزها المعدة والامعاء وهكذا والقائمة طويلة جدا لدرجة انه من الممكن القول بأن كل شيئ تم تخليقة هو محاكاة لما خلقه الله في الطبيعة.

انهي عمرو عرضه بسرد. وهناك قول أخر يفيد بأنك اذا أردت الوصول الي اختراع جديد فما عليك الا أن تصل أولا الي اكتشاف بيولوجي جديد في الانسان او الحيوان او النبات ثم تقوم بتقليده صناعيا. وقد تأخذ عملية التقليد وصناعة الاختراع الجديد عاما الي

اعوام طويلة وقد يكون اول منتج بدائي ثم يتطور مع الزمن حتي يصل الي درجة عالية من الدقة تماما كما حدث في التليفون والكاميرا والطائرة والكمبيوتر والغواصة وحتي الادوية. اما خلق الله في انفسنا وفي الحيوان والنبات فهو يناسب الوظيفة التي يقوم بها علي اتم وجه منذ خلقه وهذا ماحدث للجهاز المناعي الذي تعلم الدفاع والهجوم والتمييز بان العدو والصديق بالفطرة المبرمجة .

بعد ان انها عرضه اشعر عمرو لي احد اعضاء الفريق ليقدم عرضه عن مكونات مكونات الجهاز المناعي ليس فقط ليكون علي دراية بالأماكن التي يود أن يزورها اثناء رحلته داخل الجسد ولكن أيضا لكي يعرف كل عضو bالفريق ذاته وكيف يحافظ علي الجهاز المناعي ليظل قويا قادرا علي القيام بوظائفة المهمة في الدفاع عن الجسد ضد اي عدو غريب.

امسك عضو الفريق بكتاب صغير من المكتبة فيه رسومات بسيطة ملونة تبين اجزاء الجهاز المناعي واماكن وجودها في الجسم وبدأ يشرح مكونات الجهاز المناعي. لa تتعدي مكونات الجهاز المناعي يا اصدقاء عن أربع اجزاء هي عضو أحمر كبير يوجد تحت المعدة اسمه الطحال تأخذ فيه كرات الدم الحمراء كما ان هذا العضو يقوم ايضا بالتخلص من كرات الدم الحمراء التي تموت أولا بأول ولذلك فهو مهم جدا ليس فقط في الدفاع عن الجسم ولكن ايضا بتكوين مكونات التنفس. والمشوق

يا اصدقاء ان هذا الطحال يقوم بإعادة تدوير مخلفات كرات الدم الحمراء الميتة حيث يستخدم ما تبقي منبعد مكوناتها في تخليك مادة الصفراء في الكبد وهي المهمها جدا في هضم الدهون. ولذلك فمع انه ليس بعضو هضم إلى انه له دور كبير في هضم الدهون.

و بالاضافة الي الطحال يا أصدقاء توجد غدة بيضاء أعلي القلب مباشرة ولكنها أصغر وفوق القصبة الهوائية منه اسمها الغدة التوتية وهي غدة لأنها تفرز هرمونات مهمه للجسم عموما ولنضج الخلايا المناعية خاصة.

وتكمن أهميه هذه الغدة في أنها هي المكان الوحيد في الجسم الذي تنضج فيه ربع الخلايا المناعية التي تتكون اولا في نخاع العظم. وللاسف فان حجم هذه الغدة يصغر مع التقدم في العمر وبالتالي فان عدد الخلايا التي تنضج في هذه الغدة يقل مع الزمن ويصبح المتقدم في السن اكثر عرضة للأمراض من الشاب. وقد بحثت علي الانترنت ووجدت أنها موجودة في معظم الحيوانات الفقارية أي التي لديها عمود فقري.

سأل أحد الطلاب , وهل لديك فكرة عن سبب وجود الطحال في منطقة البطن و الغدة التوتية فوق القصبة الهوائية.

في الواقع لا ادري فلم اجد معلومة عن سبب ذلك ولكني فكرت قبلك في هذا التوزيع ولم أصل إلى بسبب تناسب حجم وشكل هذا الاعضاء مع الاعضاء الموجودة عندها. فمثلا الغدة عبارة عن

فصين ولذلك فهي موجودة مباشرة فوق القصبة الهوائية قريبا من تفرعها في الرئة. وكذلك الطحال موجود في الانحناء تحت المعدة وحجمه وشكله يشبها هذا الانحناء. هذا تفسيري ولكن لا ادري السبب الحقيقي فهذه الملحوظة تحتاج الي قراءة ودراسة أكثر.

وهل هناك اعضاء أخري غير الغدة والطحال..

مؤكد هناك بالاضافة الي الطحال الأحمر والغدة الثيموسية البيضاء يوجد نخاع العظم ذو اللون الأحمر الذي يتخلله لون أصفر. ويوجد هذا النخاع في كل عظام الجسم ولكن الأكثر أهمية هو الموجود في العظام الطويلة مثل عظمة الفخذ والذراع والحوض والترقوة. وتكمن أهمية نخاع العظم في أنه يمثل مصنع انتاج و تكوين الخلايا المناعية بكل أنواعها وأي مشكلة فيه سوف تؤثر علي عدد ووظائف الخلايا المناعية وبالتالي قدرة الجسم علي الدفاع عن نفسه بقوة.

وبالاضافة الي الطحال والغدة الثيموسية ونخاع العظم فهناك مكون اساسي للجهاز المناعي يسمي بالعقد الليمفاوية وذلك لأنها بالفعل تشبه في شكلها عقد الخرز. وتتوزع هذه العقد في كل مكان بالجسد فمنها ما هو تحت الابط وحول العنق وتحت الفك والفخذ والساعد وأماكن اخري كثيرة حتي انها موجودة ايضا داخل جدار الأمعاء الدقيقة علي هيئة تجمعات تظهر لأعلي بعد كل مسافة وتسمي بلطع باير علي اسم العالم الألماني الذي اكتشفها.

وتوجد ايضا عقدة ليمفاوية كبيرة بين لفائف الامعاء الدقيقة تسمي عقد المساريقا لأنها توجد بالفعل داخل المساريقا. والأخيرة هي الأوعية الدموية التي تغذي الأمعاء. واكبر عقدة ليمفاوية في الجسد هي اللوز الموجودة في العنق فوق الحنجرة وهي ملأنة بأعداد كبيرة من الخلايا المناعية للدفاع عن الجسد ضد أي ميكروب يدخل من هذه الناحية. ولأنها موجودة في كل مكان وبأعداد كبيرة فان العقد الليمفاوية تمثل سجادة كبيرة تتراص فيها الخلايا المناعية للدفاع عن الجسم من أي ميكروب يدخل الجسد من أي ناحية أو اتجاه.

تعجب اعضاء الفريق من توزيع هذا البنيان المناعي بهذه الدقة لكي يزود عن الجسم في أي اتجاه ولكنهم لم يفهموا العلاقة بين هذه المكونات وكيفية انتقال الخلايا المناعية من عضو الي لأخر. فكما هو في دروس المرحلة الابتدائية أن خلايا الدم الحمراء والمعروفة بكرات الدم الحمراء تنتقل من أنسجة الجسد الي الأوعية الدموية ثم الي القلب ثم الي الرئة ثم الي القلب ثم الي الاوعية الدموية ثم الي الانسجة مرة اخري من خلال الشعيرات الدوية ولكنها في كل الأحوال لا تترك الأوعية الدموية سواء كانت شرايين أو أوردة أبدا وإلا يحدث نزيف وتجمع دموي في النسيج يؤدي الي مشاكل صحية كبيرة تتطلب تتدخل طبي.

سأل عضو الفريق المجموعة وهل ياترى هذا مايحدث ايضا للخلايا المناعية المعروفة بكرات الدم البيضاء والتي تسير جنبا الي جنب بجانب كرات الدم الحمراء.

سؤال مهم جدا والاجابة علية تتطلب منا جميعا رحلة حقيقية داخل أروقة الجهاز المناعي لتتبع حركة الخلايا المناعية كما سوف نفعل في معسكرنا هذا .

وهنا جاء الدور علي عضو اخر بالفريق ليتكلم عن نشأة وتكوين ونضج وانتقال الخلايا المناعية.

نعلم يا أصدقاء أن الخلايا المناعية نوعان نوع يسمي بالخلايا المتخصصة أو الليمفاوية ونوع اخر يسمي الخلايا الغير متخصصة. وسمي النوع الأول الليمفاوي بالمتخصص لأن كل خلية فيه خلقت وتدربت لكي تتعامل مع نوع واحد ليس أكثر من الأجسام الغريبة عن الجسد . فلو افترضنا مثلا وجود فيروس أصاب الجسد فان كل خلية ليمفاوية سوف تتعامل مع قطعة واحدة فقط من هذا الفيروس وبالتالي فان هناك مئات من الخلايا المناعية التي سوف تتعامل مع الفيروس في نفس الوقت ولكن كل خلية تستطيع أن تتولد منها الاف الخلايا المشابهة لها في كل شيئ.

أما الخلايا الغير متخصصة فسميت بهذا الاسم نظرا لأنها تستطيع التعامل مع أي نوع من الميكروبات. ومعني هذا أن كل خلية مناعية

غير متخصصة تستطيع أن تتعامل مع أكثر من نوع من الفيروسات و البكتيريا.

وتشمل الخلايا الليمفاوية المتخصصة نوعين أساسين هما الخلايا التائية والبائية والتي سميت بهذا الاسم حسب أول حرف للمكان الذي نضجت فيه. فاذا نضجت في نخاع العظم تسمي بالبائية وذلك لأن أول حرف في نخاع العظم BONE MARROW باللغة الانجليزية هو حرف الباء أما التي تنضج في الغدة الثيموسية فتسمي بالتائية وذلك لأن أول حرف في الغدة الثيوسية THYMUS باللغة الانجليزية هو التاء.

رد احد الطلاب معني هذا من الممكن تشبيه نخاع العظم بالمصنع العام لكل الخلايا الدم سواء كانت حمراء أو بيضاء أما الغدة الثيموسية هي مصنع لينضج نوع واحد من الخلايا المناعيه الليمفاوية فقط وهي التائية. إذا كان ذلك حقا فان نخاع العظم اهم بكثير من الغدة الثيموسية.

بالفعل, نخاع العظم يعمل يوميا لتكوين وصدر ملايين من الخلايا الدموية ولذلك فلو حدث أي مكروه لنخاع العظم فسوف يتأثر الجهاز المناعي ويضعف جدا

ودعوني أكمل لكم الفرق الجوهري بين نخاع العظم و الغدة الثيموسية. فالخلايا البائية تنشأ وتتكون وتنضج بالكامل في نخاع العظم ولا تخرج منه الي الدم الا بعد ان تصبح ناضجة تماما

وتستطيع التعامل مع الجسم الغريب بتخصصية عالية حيث تتعلم كل خلية بائية في مدرسة نخاع العظم درسين أساسيسن أولهما أن تتعامل كل خلية طوال حياتها مع نوع واحد فقط من الأجسام الغريبة وثانيهما ألا تهاجم أبدا أي خلية او حتي جزئ من جزيئات الجسد. وعند الانتهاء من هذه الدروس واجتياز الامتحان بنسبة ١٠٠٪ تأخذ كل خلية شهادة بذلك قبل خروجها الي الدم والدوران في الجسم بحثا عن أي جسم غريب للتعامل معه بصرامة.

ونفس الحال للخلايا التائية ولكنها تنشأ وتتكون في نخاع العظم ثم تهاجر منه الي الغدة التوتية لتكمل نضجها هناك ولا تخرج من هذه الغدة الا بعد ان تتعلم نفس الدرسين. وعند خروجها من الغدة تأخذ شهادة بذلك كرخصة تستطيع بها مزاولة مهنتها في الدفاع عن الجسد ضد الجسم الغريب الذي درست كيفية التعامل معه. فالغدة الثيموسية للخلايا التائية كالمدرسة الثانوية والجامعة أما النخاع فهو مرحلة التعليم الأساسي.

زاد فضول طالب اخر ليعرف المزيد عن هذه الخلايا التائية فسأل :وهل الخلايا التائية التي تنضج في الغدة كلها نوع واحد ام أكثر من نوع.

سؤال بالفعل مهم جدا يا اصدقاء فقد قرأت ان هذه الخلايا نوعان. النوع الأول يسمي بالخلايا القاتلة ووظيفتها الأساسية هي القضاء علي الجسم الغريب فيروسا او بكتيريا عن طريق قتل الخلية المخبأ

بها هذا الميكروب وذلك اما بلمس الأكتاف كما في المصارعة الحرة او عن طريق افراز مواد قاتلة تحلل الخلية المصابة وتقضي عليها. والنوع الثاني من الخلايا التائية يسمي بالخلايا المساعدة لأن وظيفتها الأساسية هي مساعدة الخلايا القاتلة في تنفيذ مهمتها بنجاح وذلك عن طريق افراز مواد منشطة لتكاثر وحيوية الخلايا القاتلة. ولكم أن تعرفوا أن عدد الخلايا المساعدة ضعف عدد الخلايا القاتلة قد يكون السبب أن اليد التي تساعد أهم بكثير من التي تضرب لأن بدونها لن يحدث الضرب بالإضافة ان قلة عدد الخلايا القاتلة يقلل فرصة القتل الغير متعمد ويوفر الطاقة اللازمة لقتل الجسم الغريب كنوع من الاقتصاد.

هنا تدخل عمرو بعد أن رأي هذا الكم من المعلومات من هذا الزميل فأراد أن يري إذا كان هناك احد غيره لديه معلومات عن باقي الخلايا المناعيه ليشترك في هذا العرض الشيق. تساؤل عمرو هل هناك من اعضاء الفريق من لديه معلومات عن بقي الخلايا المناعية وهي الغير متخصصة ليزودنا بها.

نعم عمرو لقد قرأت أنا ايضا في هذا الموضوع لانه شيق جدا وذكرني بقصص والدي عن تكوين العساكروالظباط في الجيش وذكرني ايضا بكلام والدتي عن انواع الناس والمدن والدول والقارات. فدعني اتحدث عن بقي الخلايا. تفضل ياعزيزي.

بالنسبة للنوع الأخر من الخلايا المناعية وهي الخلايا الغير متخصصة والتي تشمل ستة انواع علي الاقل تختلف في وظيفتها والشكل فمنها الصغير ومنها الكبير ومنها المحبب ومنها الغير محبب ومنها الدائري ومنها المتشعب لوجود زوائد طويلة من السطح لتزيد من مساحة سطحها ومنها من يقوم بالهجوم علي الجسم الغريب ايا كان وقتله ومنها ما يقطعه اشلاءا صغيرة وكبيرة بعد قتله ومنها ما يقوم بتجميع هذه الاشلاء وعرضها علي سطحه حسب حجمها وهكذا. وتعلم عمرو ان جميع الخلايا المناعية الغير متخصصة هذه تتكون وتتولد في نخاع العظم والكثير منها ينضج ايضا هناك ثم يهاجر الي الدم لتكملة مراحل النضج في الأجزاء الأخري من الجهاز المناعي.

فكما في الجيوش النظامية يا أصدقاء حيث يتكون الجيش من جيش أول وجيش ثاني واخر ثالث كل يقوم بوظيفته فان خلايا الجهاز المناعي ايضا منظمه بطريقة مشابهة أو الأصح أن يقال أن الجيوش هي التي تعلمت من طريقة عمل الجهاز المناعي. فالخلايا الغير متخصصة علي سبيل المثال تشبه في عملها الجيش الاول بما فيه جنود الأمن المركزي والذي يزود عن الجسم اي اضطرابات واذا فشل يتم استدعاء الجيوش الاخري التي تعمل بطريقة اكثر تخصصية.

تدخل عمرو, شكرا يا صديقي العزيز علي هذه المعلومات المكملة والمهمه, هل هناك من الزملاء من يستطيع ان يرسم العلاقة بين هذين النوعين من الخلايا المناعيه

رد أحد أعضاء الفريق, نعم عمرو فانا أحب ربط الاشياء ببعضها البعض وبالفعل فكرت وقرأت عن هذه العلاقة. فعلي سبيل المثال عندما يحدث أي غزو خارجي من ميكروب بكتيري فإن أول خلايا تتصدي له هي الخلايا الغير متخصصة التي لها قدرة عالية علي ابتلاع وقتل البكتيريا وذلك في خلال ساعات قليلة. وتسمي هذه الخلايا بالخلايا البلعمية. ثم تأتي بعد ذلك خلايا غير متخصصة أخري تقوم بنفس الوظيفة ولكن تزيد عليها بانها بعد أن تقتل البكتيريا تقوم بتقطيعها قطعا صغيرة واخري اكبر تماما مثلما يقوم الجزار بتقطيع لحم الجاموس او العجل الي قطع صغيرة واخري كبيرة بعد ذبحه. ثم تاتي خلايا اخري ايضا غير متخصصة وتقوم بنفس الوظائف ولكن تزيد عليها بأن تحمل القطع الصغيرة والكبيرة علي سطحها لتعرضها للخلايا التائية والبائية المتخصصة والتي تبدأ عملها بعد التعرف علي هذه الأجزاء الصغيرة فتنشط وتتكاثر وتفرز مواد لها القدرة علي تحليل اي خلية يوجد عليها او فيها ولو جزء من هذه البكتيريا. ولذلك فان الخلايا المتخصصة لا تعمل الا بعد ان تنهي الخلايا الغير متخصصة عملها بنجاح.

رائع يا صديقي فقد لخصت العلاقة بين الخلايا المناعية بأنواعها. شبكرة لكم جميعا فلمعلومات التي قدمتها عن الجهاز المناعي بالفعل قيمة وسوف تساعدنا في تنفيذ مشروعنا في الخوض في هذا الجهاز

المبدع والبحار في مكوناتيه لنشاهد علي الطبيعة هذه الخلايا واماكن اقامتهاوكما ترون فكلما تمعنا. في القراءة عن الجهاز المناعي كلما ازددنا تشوقا للابحار داخله ومعرفة اسراره خاصة ان كل الكتابات عن هذا الجهاز معظمها علمية بحتة وليس من السهولة علي الكثيرين في مثل سننا ادراك وفهم كل الكتابات. ولكننا تعلمنا الان علي الاقل ولو نظريا ماهي اعضاء وانسجة الجهاز المناعي واين توجد في الجسد وماهي خلاياه التي يعتمد عليها في صد الهجوم للميكروبات بحيث يؤدي الي موت الميكروب او اي جسم غريب يحاول ان يغزو الجسم دون ان يحدث اضرارا بالجسد نفسه.

اعتقد أننا الأن ياشباب أصبحنا كفريق في شوق للإبحار داخل الجهاز المناعي.

الفصل الثالث

اختراع كبسولة المناعة

حان وقت تصميم الكبسولة حسب قراءات أفراد الفريق والمعلومات التي تم الحصول عليها أو من تفقد القبة عمليا مع الخبير الفني. و كوسيلة لحث الفريق علي الإبداع , سمح عمرو لكل فرد من الفريق أن يصمم ما يحلو له لكي يبحر بوسيلته سواء كانت سيارة أو عجلة أو أي وسيلة يراها مناسبة ليدخل الجهاز المناعي بشرط أن تكون الوسيلة التي يستخدمها في الإبحار تمتلك الصفات التي لا تتناقض مع وظائف الجهاز المناعي أو تتأثر بمنتجاته علي أن يعود الجميع للاجتماع لاختيار أفضل نموذج وتحديد أفضل المواصفات .

أحضر كل فرد من الفريق بتصوره وتم مناقشته وبعد تفكير ومشوارات اتفق افراد الفريق علي نموذج تقدم بيه أحدهم وهو تصميم كبسولات محكمة الاغلاق تشبه الي حد كبير سفن الفضاء. و نظرا لأن جسم الكبسولة يمثل جسم غريب بالنسبة للجهاز المناعي ، فقد اتفق الفريق علي أن تتميز الكبسولة بمواصفات خاصة من حيث نوعية السطح الخارجي المصنع منه بطريقة تجعلها جسم ليس غريبا علي الخلايا المناعية وتم مناقشة الكثير من المواصفات وخلص الفريق مبدأيا علي المواصفات الاتية:

1. طلاء سطح الكبسولة بمادة تشبه مكونات الغشاء الخلوي للخلايا المناعية وبالتالي ضمان عدم مهاجمتها من قبل الجهاز المناعي .
2. ضمان عدم وجود أي أضواء أو كشافات صادرة من الكبسولة حتي لا تتسبب في تهيج الخلايا المناعية.
3. نظرا لأن الكبسولة من المتوقع أن تسير في تيار الدم في الأوعية الدموية وكذلك علي أرضية الأنسجة و الأعضاء المناعيه والغير مناعيه فيجب أن يتم تصميمها بطريقة تمنعها من الوقوف علي أرضية أي نسيج حتي لاتعك الطريق او تسير فوق أسطح الخلايا فتؤذيها. ولذلك يجب تصنيعها بطريقة تشبه الي حد كبير تصنيع سفن الفضاء بمعني ألا تخضع حركتها لقوانين الجاذبية فتتحرك في انسيابيه كاملة بين الخلايا وكأنها تحلق في الفضاء.
4. شكل الكبسولة يجب ان يكون كروي حتي يأخذ شكل كرات الدم البيضاء.
5. يجب أن تصنع الكبسولة بحيث لا يزيد حجمها عن ثمانية ميكروميترات وهو حجم الخلايا المناعية حتي تستطيع أن تسلك الطريق وراءها لتتعقبها اذا خرجت من نسيج الي نسيج أخر.

6. يجب أن تتميز بها الكبسولة هي مرونة الجسم الخارجي لها وذلك لكي تستطيع أن تنثني اذا لزم الأمر لتمر من بين الخلايا المبطنة للأوعية الدموية في حالة انتقالها من الأوعية الدموية الي الأنسجة كما تفعل الخلايا المناعية.

7. كما روعي ان يتحمل جسم الكبسولة الضغط العالي للدم إذا لزم ومرة من شرايين القلب او الضغط الهوائي إذا مرت بالجهاز التنفسي.

8. روعي أيضا ألا يتأثر جسمها الخارجي بالدهون حتى لا تلتصق بجدر الأوعية الدموية كما يحدث في تصلب الشرايين .وفوق كل ذلك أن تكون محكمة تماما حتي لا يتسرب اليها أي من الانزيمات المعروفة بقدرتها علي تحليل الأجسام الصلبه.

9. روعي أيضا في تصميم الكبسولة أن تناسب عدد أعضاء الفريق السبعة بالإضافة الي المشرف الذي صمم مكانه بجانب عمرو الذي سوف يقود الكبسولة. أما في الخلف فقد تم تصميم صفان كل صف يتسع لثلاث أفراد. تم ثبيت كاميرات بالكبسولة من جميع الجوانب ومن فوقها وتحتها حتي تستطيع تسجيل كل الأحداث في جميع الاتجاهات .

وعلي مدار ثلاثة أيام متتالية من القراءة والإجتماعات والمناقشات وورش العمل تحت اشراف الخبير الفني والخبير المناعي توصل

الفريق في النهاية الي أفضل تصميم للكبسولة باستخدام أفضل المواصفات وبالفعل تم ادخال بيانات الكبسولة النهائية في البرنامج المسؤل عن تشغيل القبة والشاشات الثلاثية الأبعاد المرتبطة بها. وتم تجريب الكبسولة للتأكد من برمجتها وتوافقها مع برامج القبة السماوية وبالفعل نجحت التجربة ولم يبقي الا التجربة الحقيقية للابحار في الجهاز المناعي بتكويناته المختلفة.

الفصل الرابع

الطريق من الأنف الي النخاع

تحير الفريق من أي طريق يسلك لكي يصل الي أقرب نسيج أو عضو في الجهاز المناعي. فأمامه الأنف ومنه الي القصبة الهوائية ثم الرئتين ومنها الي الأوعية الدموية ثم الدم الذي سوف يبحر فيه الي الطحال ثم باقي الأنسجة. وأمامه الفم ومنه الي المرئ ثم المعده ثم الأمعاء ومنها الي العقد الليمفاوية الموجوده في داخل الأمعاء نفسها ثم الي السائل الليمفاوي ومنه الي الدم ثم الي الطحال ومنه الي باقي أنسجة وأعضاء الجهاز المناعي.

ناقش الفريق امكانية دخول الدم بسهوله عن طريق حقنه بسيطه وهو الطريق الأقرب لدخول الأنسجة المناعية ولكن يتطلب ذلك ثقب في الجهاز الأوعيه الدمويه حتي يستطيع الدخول منه ولكن فضلوا أن يتجنبوا هذا الطريق حتي لا يصاب الجسد بأي أذي.

فكر الفريق في طرق أخري يسلكها بكبسولته حتي يصل الي هدفه في أسرع وقت ممكن دون المرور بالأجهزه الأخري بالجسم مثل الجهاز التنفسي او الهضمي أو الاخراجي مما قد يعوق مسيرة الكبسولة قبل ان يصل الفريق الي هدفه.

فكر عمرو في دروس العلوم والأحياء التي تعلم منها كيفية التعامل مع الجسد وقرر هو وفريقه أن يدخلوا الجسم من ناحية الأنف حيث أن معظم الاصابات البكتيرية والفيروسية تحدث من هذا الطريق فتكون فرصة أن يتعرفوا علي كيفية تعامل الخلايا المناعية مع الميكروبات في هذا الجزء من الجسم إذا صادف وجود ميكروب.

ركب عمرو الكبسولة ومعه فريقه والخبير المناعي والذي أحكم غلقها ثم تأكد أن جميع وسائل الاتصال بالعالم الخارجي تعمل بكفاءة قبل أن يدير محرك الكبسوله ويأخذ طريقه الي داخل الجسم لكي يتجول داخل أنسجة وأعضاء الجهاز المناعي ويتعقب خلاياه وحركة انتقالها من نسيج الي اخر وطريقة تعاملها مع بعضها البعض ومع خلايا الجسد ومع الاجسام الغريبة اذا صادف وجودها.

لوح عمرو بيديه للخبير الفني الذي يقف مترقبا هناك علي الجانب الجزء المغلق من القبة والخاص بتشغيل البرنامج. ابتسم الخبير وأشار ببهمه بعلامات التوفيق لهم في هذه الرحلة العلمية الافتراضية.

قاد عمرو الكبسولة وبجانبه مساعده وباقي الفريق يجلس وراءه في الكبسولة وعيونهم متشوقة لما سوف يروه من خلايا وأنسجة طالما سمعوا وقرأوا عنها في الكتب المدرسية. وعند فوهة الأنف تذكر عمرو أنه نسي أمرا مهما في إجراءات الدخول وهو الحصول علي تصريح حتي لا يتم التعرف علي كبسولته والمرافقين معه انهم اجسام غريبة وبالتالي يتم مهاجمتهم من الجهاز المناعي فور دخلوهم. ولكن مساعد

عمرو الجالس بجانبه طمأنه أنه حصل علي هذا التصريح بالفعل والا لما سمح له بالدخول. ابتسم عمرو في خجل ثم بدأ في القيادة بهدوء.

مرت الكبسولة من الأنف ثم من تحت لسان المزمار إلي القصبة الهوائية ثم رويدا رويدا الي الشعب الهوائية والان تقف الكبسولة علي فوهة احدي الرئتين.

توقفت الكبسولة للحظة لكي تلقي نظرة عما هناك امامهم في الرئتين حيث انهما لم يضايقهما اي شيئ يذكر وهم في طريقهم من الانف الي القصبة الهوائية ثم الشعب الهوائية سوي بعض تيارات هوائية من الشهيق والزفير فكانا يندفعا للامام تارة أثناء الشهيق وتراة أخري للخلف أثناء الزفير الا أن عمرو تعلم أن يحافظ علي سرعة الكبسولة بحيث تبقي سارية في إتزان وللأمام. وبالإضافة الي تيارات الهواء فلم يكن هناك ما يعكر صفو القيادة بل أن أهداب الخلايا البارزة من كل جانب علي هيئة شعيرات علي طول الطريق كانت تساعد الكبسولة وتلطف الجو كالمروحة التي تلطف الهواء وتزيح اي غبار من الطريق.

اندهش عمرو وفريقه من المساحة الواسعة للحويصلات الهوائية المترامية الاطراف علي اتساع الرئتين امامهم. ووصلا الي حافة القصبة وهنا لحظة فارقة فإذا أكملا القيادة ودخلا تجويف الحويصلات الهوائية فلن يتم لهم تكملة الرحلة. ولذلك قرر الفريق أن

يدخل الدورة الدموية من أحد الشعيرات الدموية ومنها الي الوريد الاكبر ومنه الي تيار الدم الرئيسي.

شعر الفريق بحالة بضغط جوي شديد وضيق في التنفس فور دخولهم الشعيرات الدموية والذي زال فور تركهم إياه ودخولهم الوريد الأكبر ومنه لتيار الدم الرئيسي. و فور دخولهم الشعيرات الدموية فوجئ الفريق بألاف مؤلفة من الخلايا الدموية معظمها حمراء والباقي بيضاء وكلها تسير في اتجاه واحد صفوفا كل في طريقه ولكن بسرعات مختلفة في لوحة فنية رائعة كلها إبداع صامت الا من نبضات القلب القابع تحت الرئة.

ولحسن الحظ لم يقابل الفريق أي نوع من الميكروبات في طريقهم حتي الأن ولذلك لم يكن غريبا أن يجدوا الخلايا المناعية سواء كانت المتخصصة أو الغير متخصصة تسير في اتجاهات مستقيمة دون ان تترك تيار الدم لتدخل الأنسجة المجاورة.

كذلك لم يحدث أن شاهدوا أي قذائف من هنا أو هناك من جراء أي معارك مع أجسام غريبة فكانت الرحلة الي الآن سلمية وتم تصويرها بالكاميرات المثبتة علي الكبسولة من جميع الإتجاهات.

عندما وصل الفريق الي حافة الوريد الرئوي وجدوا انفسهم امام هوة تشبه نفق كبير وعميق فشعرة بالخوف فطلب منهم عمرو ان يغمضوا اعينهم ويعدوا من واحد الي ثلاثة قبل أن تقفز الكبسولة الي الوريد الرئوي.

اصابهم الرعب وهم في نهاية طريقهم من هذا الوريد لتقفزالكبسولة منه الي الأذين الأيمن للقلب. شعر الفريق وكأنه علي حافة شلالات نياجرا العالية وعليهم الانزلاق الي اسفل مع جميع أنواع الخلايا الدموية والتي يرونها علي كل جانب.

لحسن الحظ خلايا الدم تسبح في بلازما عبارة عن سائل رائق ولكن به بعض اللزوجة التي تجعل الحركة فيه سهلة وغير جافة.

هبطت الكبسولة بسرعة فائقة الي هذه الحجرة العميقة ومنها مباشرة الي البطين الأيمن من خلال الصمام الواقع بين الأذين والبطين والذي دفعها بسرعة فائقة الي الأورطي والذي قفزهم جميعا الي خارج القلب لتسبح مرة أخري في تيار الدم الرئيسي الي باقي أجزاء الجسم.

مرت هذه الفترة القصيرة جدا علي الجميع كدهر طويل نتيجة للضغوط الشديدة التي تعرضوا لها من جراء الانتقال السريع والشديد من الأذين الي البطين الي الشريان ولولا أن الكبسولة مجهزة بطريقة مضادة للصدمات الجوية والضغط العالي لهلك الجميع الذين فكروا في العودة ولكن منعتهم الصمامات القلبية.

لم تمضي ثوان علي الفريق حتي وجدوا أنفسهم يسبحون بالكبسولة مع التيار. قرر عمرو وحسب الخطة المرسومة والخريطة التي تظهر أمامهم علي جهاز "جي بي اس" الناطق أن يأخذوا طريق الدم الذاهب الي الطحال حتي يتعرفوا علي هذا العضو المناعي الكبير. الا أن المشرف نصح عمرو بأخذ الطريق من بدايته وهو زيارة نخاع العظم

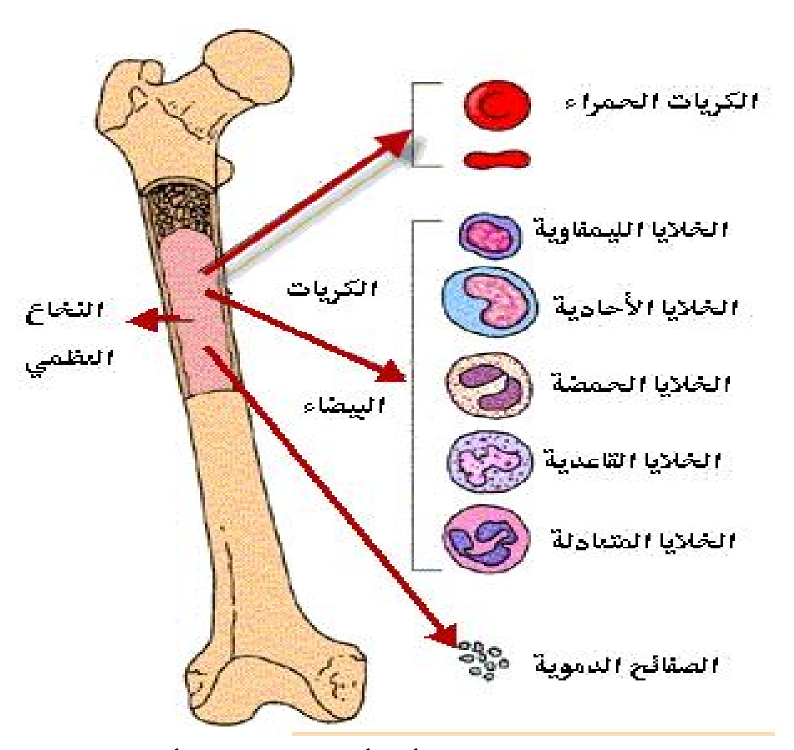
أولا لأنه هو المصنع الرئيسي الذي يتم فيه انتاج كل أنواع خلايا الدم حمراء كانت أم بيضاء.

وبالفعل غير عمرو اتجاه الكبسولة ناحية نخاع العظم. وفي ثوان معدودة وجد الفريق نفسه ينزلق من حافة الشريان الي اعتاب النخاع في منطقة الفخذ وهو المكان الذي فضلوه عن بقية العظام الأخري نظرا لأن عظمة الفخذ هي أكبر العظام التي تحتوي علي حجم كبير من النخاع. انزلقت الكبسولة الي وسط النخاع كعربة تسقط من شلال ميآه ولكن بانسيابية رائعة جعلت الفريق لايشعر بهذا الانزلاق علي الاطلاق بل استمتتع به غاية الاستمتاع. وهذه ميزة يتميز بها تركيب نخاع العظم والتي تسمح بمرور هاديءوبطيء نوعا ما للخلايا في انسجته وذلك مقارنة بالاعضاء الأخر ماعدا الكبد الذي يتميز ايضا بخاصية مشابهة.

قام عمرو بشرح مبسط لنخاع العظم للفريق علي أنه مادة إسفنجية داخل العظم حيث يمثل المكان الرئيسى للخلايا الدموية الناشئة التي تسمي الخلايا الجذعية وذلك لقدرتها العالية على التكاثر والنمو لإعطاء خلايا مناعية متنوعة جديدة من جميع الانواع سواء كانت حمراء أو بيضاء أو صفايح دموية .

الدورة الدموية في النخاع هادئة كثيرا مقارنة بتلك التي في الخارج فخلايا الدم بجميع أنواعها تسبح في النخاع بهدوء وتمشي علي أرضيته كمن يمشي علي كورنيش النيل. ولأن المكان هاديء ويندر

ان تحدث فيه عدوي ميكروبية ونظرا لجمال المكان واتساعه ووجود جميع أنواع الخلايا المناعيه بجميع أشكالها وأحجامها وأعمارها ظهر النخاع وكأنه بانوراما جميلة قلما أن توجد في أي جزء اخر من الجسم إلا في هذا المكان.



ومن شدة جمال المكان طلب أن أعضاء الفريق أن ينزلوا من

الكبسولة ليتمشوا علي أرضية النخاع ولكن المشرف رفض تماما هذه الفكرة خوفا من حدوث أي شيء غير متوقع. نظرا لأن البرنامج مبرمج علي الكبسولة فقط وليس من بداخلها.

لاحظ الفريق ان معظم الخلايا تلتصق بأرضية النخاع ثم يقل هذا الالتصاق رويدا رويدا حتي تنفصل الخلية عن أرضية النخاع وحينئذ وفجأة تخرج الخلية من النخاع الي الخارج مع تيار الدم لتهاجر الي باقي أجزاء الجسم. ولأن هذه الظاهرة تكررت كثيرا مع العديد من الخلايا , فقد سأل أفراد الفريق المشرف عن تفسير علمي لذلك.

أشار الخبير المناعي الي العديد من الخلايا الأخري المعروفة بالخلايا الجذعية التي يتولد منها جميع أنواع خلايا الدم البيضاء والحمراء. وتحت تأثير مواد معينة تفرزها خلايا النخاع بنسب محدده تتميز هذه الخلايا إما الي خلايا مناعيه متخصصه أو غير متخصص.

تدخل عمرو والذي أشار الي بروزات علي سطح الخلايا الناشئة و التي تجعلها ملتصقة بالخلايا المكونة لأرضية النخاع طالما أن الخلية مازلت غير ناضجة أي لم تتميز بعد الي خلية معينة. وبزيادة مراحل نضج الخلية يقل الالتصاق. وعندما تنضج الخلية كما الحال في الخلايا البائيه أو تصل الي مرحلة معينة من النضج كما الحال في الخلايا التائية أو الخلايا المناعيه الغير متخصصه تنفصل الخلية

فجأة عن الخلايا المكونة لأرضية النخاع ثم تترك النخاع. وتتكرر هذه الظاهرة كل ثانية في النخاع نظرا لأنه هو المصنع الذي تتولد منه جميع أنواع الخلايا المناعيه.

تسائل أعضاء الفريق كيف نستطيع التعرف علي أنواع الخلايا في النخاع وتعقبها بعد خروجها منه الي الأعضاء الأخري. لم يستطع عمرو الإجابة علي هذا السؤال بالرغم من أنه قرأ عن أنواع الخلايا لكن التميز بينهم صعب في الواقع.

تدخل الخبير المناعي ليشرح للجميع كيفية التفرقة بين الخلايا بطريقة بسيطة. أنصت اليه الجميع وهو يشير الي مجموعة من الخلايا الكبيرة الحجم التي أطلق عليها الخلايا المحببة لأنه جسمها يحتوي علي حبيبات كثيرة و منها ماهو نواته ثلاثية الفصوص ومنها ثنائية الفصوص ومنها من نواته غير مقسمة. هذه المجموعة يا أصدقاء تمثل معظم الخلايا الغير متخصصة التي قرأتم عنها قبل هذه الرحلة.

تدخل أحد أعضاء الفريق فرحا وهو يشير الي أحد الخلايا الزاحفة هناك والتي يخرج من جسدها العديد من الزوائد في كل الإتجاهات ، مؤكد تلك هي الخلايا الشجيرية وهي من أهم الخلايا الغير متخصصة. ضحك المشرف بسعادة وهو يسمع ذلك كدليل علي اندماج الطلاب وتشوقهم فيما يروه علي أرض النخاع وأعقب نعم هي

بالفعل ولكنها ستتضح أكثر عندما تترك النخاع وتهاجر الي الأنسجة الأخري.

لم يبقي من الخلايا الغير متخصصة الا نوعين من الخلايا التي لا يوجد بجسدها اي حبيبات النوع الأول كبير ونواته تملأ تجويفه وهي التي نسميها بالخلية أحادية النواة أو "المونوسايت" والتي سوف تتحول بعد ذلك الي خلية أكلة لكل ماهو غريب ولكن بعد تركها للنخاع وهجرتها الي الأنسجة الأخري.

النوع الأخير من الخلايا الغير متخصصة من الممكن أن تروه هناك علي جانب النخاع بأعدادها القليلة وهي أصغرهم حجما ونواتها صغيرة وبها بعض الحبيبات وتسمي بالخلايا الطبيعية القاتلة لأنها بالفعل لها القدرة علي قتل أي خلية مصابة بفيروس أو بكتيريا دون أن تبتلعها بل بحقن العديد من افرازاتها الحارقة في جسد الخلية المصابة فتشلها وتميتها علي الفور بما فيها من ميكروب.

استطرد المشرف في وصف كيفية تمييز الخلايا المناعية بعضها عن بعض حيث أشار الي بعض الخلايا الصغيرة المتناثرة هنا وهناك في النخاع بأنها الخلايا المناعية المتخصصة والتي يسهل التعرف عليها لأنها أقل في الأنواع ولصغر حجمها ونواتها الصغيرة وجسمها الغير محبب. أما أسهلهم في التعرف فهي الخلايا البائية نظرا لأنها تحمل علي سطحها حرف "Y" الإنجليزي. أما الخلايا التائية فلا يوجد عليها هذا الحرف علي الإطلاق.

لاحظ الطلاب خروج الخلايا المناعية من النخاع كل ثانية أو أقل فرادي أو في جماعات بمجرد أن تنفصل عن خلايا أرضية النخاع واندهشوا لما أخبرهم عمرو أن النخاع ينتج حوالي 500 بليون خلية في اليوم يصدرها الي الدم.

تعجب الطلاب من أن الخلايا في النخاع تتحرك بإنتظام مثل النمل ولا تلقي بالا الي وجودهم فهي تركز فقط علي المهام التي تقوم بها مما دعي أحد الطلاب ليسأل ما إذا كانت هذه الخلايا تتحدث وتتحاور فيما بينها كما نفعل نحن. إبتسم المشرف محييا هذا السؤال الذكي والمهم.

بالطبع ، فالخلايا تتحاور وتحاورها مهم جدا ولكنه مبرمج بمعني أن الخلايا تكتسب أدوات الحوار المختلفة والمناسبة عند كل مرحلة من حياتها فتستخدم منه الجزء المطلوب فقط لكل مرحلة. والحوار هنا ليس بالكلام كما نفعل ولكن بطريقتين.

الأولي بإستخدام زوائد من البروتينات علي سطح كل خلية و الذي يتلامس مع مثيله الموجود علي الخلية الأخري فيؤدي هذا التلامس الي تفاعلات داخل الخلية يوجها الي مايجب أن تفعله في الخطوة أو المرحلة القادمة.

الطريقة الأخري عن طريق افراز مواد ذات روائح ذكية لجذب الخلايا البعيدة من أجل اللقاء أو منفرة للهروب أو بمعني أصح لطرد الخلية التي لا ترغب في أن تتحدث معها أو تكون جارتها .

ولكن يجب أن تعلموا أن الخلايا تفعل كل ذلك بطريقة مبرمجة أي مثل الروبوت فهي لاتفكر بل تنفذ ما هو مطلوب منها وذلك لمنع أي خطأ قد يؤدي الي كارثة تماما مثل ما يحدث في الجيش عندما ينفذ الجندي الأوامر العسكرية حتي ولو خطأ. والذي برمج هذه الخلايا هو الله سبحانه وتعالي عن طريق الجينات الموجودة في كل خلية.

حمس هذا النقاش الممتع أحد الطلاب بأن يتسائل بما أن معظم الخلايا هنا في النخاع غير ناضجة وتخرج منه ليكتمل نضجها في أنسجة وأعضاء أخري بالجسم – ما عدا الخلايا البائية بالطبع فهي الوحيدة من ضمن الخلايا المتخصصة التي تنضج هنا – فهل هذا معناه أنه لا تحدث معارك بين الخلايا المناعية هنا في النخاع والأجسام الغريبة خاصة وأننا لم نري حتي الأن أي أجسام غريبة أو معارك طاحنة أو حتي آثار معارك حدثت قبل مجيئنا.

فعلا ، سؤال زميلكم مهم ويدل علي فهمه للأحداث. فعلا لا تحدث معارك كثيرة في هذا المكان بين الخلايا التي مازالت في مرحلة تطور ونضج وبين الميكروبات ولكن قد تحدث في بعض الحالات بين الخلايا البائية والميكروب ولكنها حالات نادرة نظرا لوجود مايسمي بالحاجز الدموي بين الدورة الدموية خارج وداخل النخاع والذي يسمح بالخلايا الغير ناضجة بالمرور منه الي الخارج وفي نفس الوقت لايسمح للخلايا الناضجة بالخارج ان تمر لداخله . ولكن هذا لا يمنع

أن بعض الخلايا التي قد اشتبكت مع ميكروب من قبل تستطيع أن تدخل النخاع ولكن بأعداد قليلة جدا.

تسائل عمرو ها قد حصلتم علي معلومات كافية عن نخاع العظم بما تكفي لكي تعرفوا مكوناته ووظيفته لعلها تساعدكم علي معرفة سبب حب كثير من الناس لأكل النخاع مطهوا لأنه يزيد من قوة الجهاز المناعي. ومن الممكن الحصول عليه وبسعر رخيص بشراء العظام الطويلة من الجزار. كما أن هذه المعلومات مهمه لكي نحافظ علي هذا النسيج المهم ولماذا نتبرع به أحيانا لبعض المرضي الأقارب إذا لا قدر الله تم إصابتهم بمرض عضال مثل السرطان.

والان و بعد هذا التحليل الرائع ونظرا لضيق وقت الرحلة يجب أن ترك نخاع العظم الآن لتتبع الخلايا الخارجة منه فهيا بنا نتحرك الي عضو أو نسيج أخر حتي نلقي نظرة عما يحدث للخلايا المناعية فيه لكي نحصل علي أكبر قدر ممكن من المعلومات تستطيعون بها كتابة موضوع شيق ومفيد عن الجهاز المناعي لزملائكم الذين لم يحالفهم الحظ للفوز بهذه الرحلة.

بعد مناقشة سريعة وإقتراح من الخبير المناعي لعمرو اتفق الجميع علي الذهاب الي الغدة الثيموسة فوق القلب حتي يتسني لهم معرفة ماذا يحدث للخلايا التائية الغير الناضجة فور خروجها من نخاع العظم لتمام نضجها هناك .

الفصل الخامس

الحياة والموت في الغدة التوتية

انطلقت الكبسولة بالجميع تاركة نخاع العظم من الفخذ الي الغدة الثيموسة متعقبة أثر أحد الخلايا التائية التي خرجت علي التو من النخاع الي الدم بعد ان اشعر عليها المشرف. أسرعت الكبسولة وراء الخلية وتعقبتها يمينا وشمالا خلال الشعيرات الدموية الي الوعاء الدموي الكبير ومنها الي أجزاء الجسم الأخري حتي وصلا في النهاية الي أحد الأبواب التي تفتح علي القشرة المغلفة للغدة الثيموسية.

إنفتح الباب بسهولة وبدون مضايقات كما حدث في قصة "علي بابا والأربعين حرامي" عندما يقال افتح ياسمسم فيفتح الباب علي الفور.

تعجب الطلاب عندما وجدوا أن هذه الخلايا التائية لم تدخل أي خلايا لأي عضو أخر مرت عليه أثناء رحلتها من النخاع الي الغدة الثيموسية ولكنها دخلت بسهوله في الغدة هنا. وتعجبو ا اكثر عندما وجدوا الخلايا القادمة من النخاع تدور في الغلاف المحيط بالقشرة ثم تتوقف علي الحافة عند الحد الفاصل بين القشرة والنخاع (وسط)

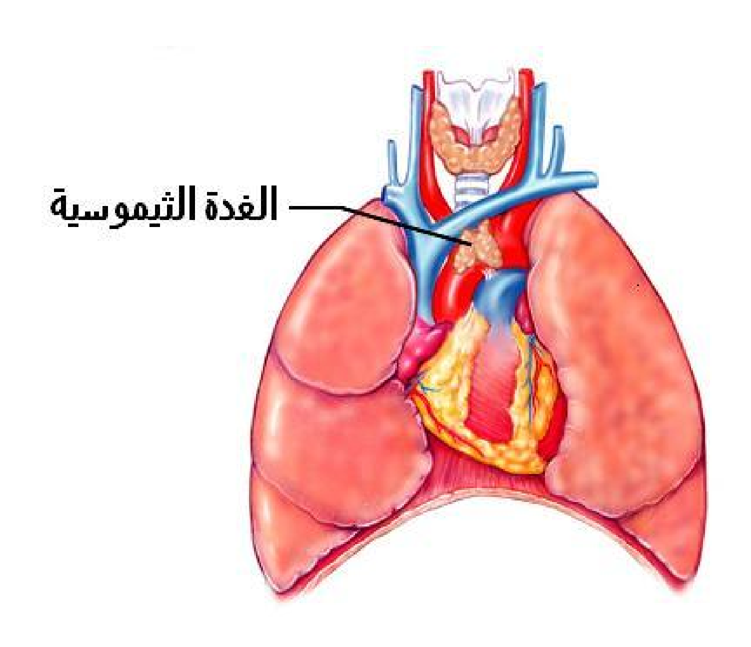
الغداة ثم تدلف يمينا اللي اتجاه القشرة وليس وسط الغدة. إذا الخلايا مبرمجة بان تدخل اماكن محددة واتجاهات محددة وبتوقت محدد.

لم يترك الخبير المناعي الطلاب حائرين في تعجبهم كثيرا فشرح لهم كيف أن عملية دخول هذه الخلايا الي الغدة يتحكم فيه مجموعة من المستقبلات التي تعمل كالكروت الممغنطة تفتح الأبواب المغلقة إذا كانت الأبواب تم برمجتها من قبل للتعرف علي هذه الكروت ونفس الحال حدث مع النخاع ويحدث مع كل نسيج وعضو في الجسم حيث أن هذه الكروت تم برمجتها بأرقام سرية تناسب كل نسيج. وتوقيت دخول المكان يعتمد علي اهمية هذا المكان للخلايا علي قائمة اولوياتها

استطرد المشرف يشرح للفريق بعض المعلومات الأساسية عن غدة التوتة أو الغدة الزعترية أو الصعترية (بالإنجليزية Thymus) بأنها غدة صماء تقع على القصبة الهوائية أعلى القلب. تكون الغدة كبيرة لدى الأطفال وتستمر في الضمور طوال سن المراهقة لأن حجمها يتناقص عندما تبدأ الغدد التناسلية بالنضج والإفراز.

تزن هذه الغدة 50 جرام عند الولادة لتصل الى 25 جرام عند الكهولة . تفرز هذه الغدة هرمون "ثيموسين" (Thymosin) الذي ينظم بناء المناعة في الجسم ويساعد على إنتاج الخلايا اللمفاوية ويشرف على تنظيم المناعة في الجسم. خاصة أثناء تمايز الخلايا المتخصصة التائية الي نوعيها المساعد والقاتل. وتشريحيا تتكون الغدة من جزء خارجي يسمي القشرة والذي يكون حوالي ثلاث اربع حجم الغدة وجزء داخلي يسمي النخاع. والقشرة نفسها بها جزء خارجي صغير وجزء داخلي اكبر. وكل جزء تحدث فيه مراحل محددة لنمو الخلايا التائيه.

أضاف المشرف أن هناك اعتقاد أن لهذه الغدة وإفرازها دوراً في تعلم اللغة عند الإنسان، وتلك الفرضية يدعمها سرعة تقبّل الطفل لتعلم اللغة وعلى الأخص طريقة اللفظ السليم، بينما يتعذر على البالغ إتقان اللفظ السليم مهما بلغت درجة إتقانه للغات التي يتعلمها لاحقاً من حيث المفردات والقواعد وقوة المعاني والأسلوب.



وقفت الكبسولة علي أحد الأبواب ودخلت وراء أحد الخلايا التائية والتي ما لبثت أن دخلت حتي أخذت مكانا لها في القشرة التي يزيد سمكها عن ثلثي الغدة حيث يمثل باقي حجم الغدة مايسمي بنخاع أو وسط الغدة. وأشار عمرو للجميع بالتمسك بالكبسولة حيث أن هذه المنطقة قد تكون أخطر من النخاع العزم نظرا لحدوث حالات وفاة كثيرة للخلايا.

لاحظ الطلاب من وراء زجاج الكبسولة أن حركة الخلايا هنا أقل هدوءا من النخاع وكلها من نفس النوع ولكن التي دخلت الغدة علي

التو لا يوجد عليها مستقبلات كالتي رؤوها علي الخلايا التائية التي قابلوها في تيار الدم أثناء رحلتهم من النخاع الي هنا والتي أشار عليها حينئذ الخبير المناعي واصفا إياها بأنها الخلايا التائية الناضجة بنوعيها المسمي بالخلايا المساعدة والتي يوجد علي سطحها علم مكتوب عليه رقم ٤ والخلايا التائية القاتلة والتي يوجد علي سطحها علم مكتوب عليه رقم ٨.

الغريب في الأمر أن الطلاب لاحظوا وجود خلايا في هذا الجزء من الغدة الثيموسية التي يوجد عليها كلا من رقم ٤ ورقم ٨ في نفس الوقت وذلك عكس مارأوه في الدم منذ قليل بأن الخلايا التائية الناضجة تتميز إما بالرقم ٤ أذا كانت مساعدة أو الرقم ٨ إذا كانت قاتلة , فتسألوا كيف هذا .

بالفعل يا أصدقاء معظم الخلايا هنا في هذا الجزء في الغدة تحمل الرقمين 4 و 8 ولكن ليس هذا معناه أن كل خلية منهم تستطيع القيام بوظيفة القتل والمساعدة في نفس الوقت ولكنها هي مجرد مرحلة من مراحل تطور ونضج الخلية التي تتم في هذا الجزء من الغدة. فالخلايا التائية تدخل الغدة غير ناضجة بالمرة ولا تحمل علي سطحها رقم ٤ أو ٨ ثم تخرج منها ناضجة وحاملة إما رقم ٤ لتصبح خلايا تائية مساعدة أو رقم ٨ لتصبح خلايا تائية قاتلة للأجسام الغريبة.

ومابين مرحلة الدخول والخروج تحدث للخلايا تطورات داخل الغدة منها مرحلة اكتساب كلا من الرقمين ثم مرحلة أخري تحدث داخل منتصف الغدة تفقد فيها معظم الخلايا الرقم ٨ وتبقي علي الرقم ٤ لتتطور ويكتمل نضجها الي خلايا مساعدة والباقي يفقد الرقم ٤ ويحتفظ بالرقم ٨ ويتطور وينضج ويتحول الي خلايا قاتلة. وفور نضج هذه الخلايا تخرج من الغدة الي تيار الدم لتسبح فيه ومنه الي باقي أجزاء الجهاز المناعي والأعضاء الأخري الغير مناعية كالخلايا التي رأيتموها في تيار الدم في طريقنا الي هنا.

علق أحد طلاب الفريق قائلا معني هذا أن الخلايا التائية تمر في مراحل حياتها مثلنا تماما فهي تولد في النخاع من رحم الخلايا الجذعية الأم ثم تتغذي وتنموا هناك وتحبوا حتي مرحلة المشي وهي المرحلة التي من الممكن تشبيها بمرحلة الحضانة والتعليم الأساسي ثم تنتقل بعد ذلك الي الغدة الثيموسية لتكمل نضجها وتعليمها كما يحدث لنا في المرحلة الثانوية والجامعية.

ضحك الخبير المناعي عاليا ضاربا كفا بكف إعجابا بهذا التشبيه الرائع وكأن قائله قرأ أفكاره. أشار المشرف الي المكان الذي تقف فيه الكبسولة حاليا وهو الجزء الخارجي من الغدة بأنه بالفعل يشبه المرحل

الثانوية للخلايا التائية وبعد الانتهاء منها تدخل الخلايا المرحلة الجامعية في الجزء الداخلي من الغدة. و لا تخرج الخلايا من الغدة الا اذا وقد تعلمت درسين أساسين إذا نجحت فيهما حصلت علي الشهادة الجامعية وإذا لم تنجح تعتقل ويحكم عليها بالإعدام شنقا لتموت علي الفور.

رد أحد الطلاب معلنا عن استياءه ، هذه دراسة قاسية جدا لا أحد يتقبلها ، فكيف تتقبلها الخلايا المناعية بهذه السهولة فهل هذا معناه اما تعلم أو موت أو كما قال طارق بن زياد في المغرب لجنوده عندما واجه العدو "البحر من أمامكم والعدو خلفكم" ، أهكذا الحال للخلايا التائية في الغدة الثيموسية ، التعليم من أمامكم والموت خلفكم. أحمد الله أن دراستنا ليست بهذه القسوة.

يا أعزائي الدراسة قاسية لأهمية تعلم هذين الدرسين نظرا لأن الفشل فيهما قد يعرض حياة كل منا الي الأمراض الخطيرة واحيانا الموت .

وماهما هذين الدرسين علي أية حال فقد ازداد عطفي علي تلك الخلايا التي حتي وإن عاشت وحصلت علي الشهادة فهي تنتظر معارك ضارية تخوضها في حالة حدوث أي غزو ميكروبي.

في الولقع فإن شرح هذين الدرسين يطول ويحتاج الي محاضرات طويلة لكي نشرحهم بالتفصيل. ولكن ممكن تلخيصهم في المشاهد التالية .

دعونا نتحدث الأن عن ما نراه ويحدث حوالينا في هذا الجزء الخارجي من الغدة والذي يمثل المرحلة الثانوية والتي تتعلم فيه الخلايا التائية كيفية التعرف علي الذات بمعني عدم مهاجمة الذات أي الخلايا الموجودة بالجسم. ويتم ذلك عن طريق التعرف علي علامات محددة تسمي بجزيئات التوافق النسيجي أودعها الله علي خلايا أرضية هذا الجزء من الغدة بحيث إذا ارتبطت و التصقت الخلية التائية بهذه الجزيئات بشدة فإن ذلك يعني أنها تعرفت عليها وأصبحا أصدقاء وأحباء وبالتالي تعيش الخلية التائية وتخرج من مرحلة الثانوية هذه وتصبح جاهزة لتكمل تعليمها في المرحلة الجامعية. و تسمي هذه العملية بالإنتقاء الايجابي Positive Selection وذلك لأن الخلايا التي تستطيع الإرتباط هي التي تبقي وتعيش. أما اذا لم تستطيع الخلية التائية الإرتباط والالتصاق بهذه الجزيئات فتموت علي الفور.

ويجب التنويه هنا أن جزيئات التوافق النسيجي تكون خاصة بخلايا موجودة بالقشرة تسمي الخلايا الطلائية (Epithelial Cells) التي

تحمل علي سطحها بروتينات من الجسم وذلك علي عكس الارتباط الذي يحدث في الجزء الداخلي من الغداة والمسمي بالنخاع حيث يحدث الارتباط بين الخلايا التائية وبين جزيئات التوافق النسيجي للخلايا الشجيرية والتي تحمل ايضا علي سطحها اجزاء من البروتينات المختلفة التي يفرزها الجسم.

وقبل أن ينهي الخبير المناعي شرحه طلب من الجميع النظر من زجاج الكبسولة ليلقوا نظرة علي ما يحدث علي أرض الواقع. فهناك من الخلايا التائية التي بالفعل في حالة إرتباط أو مصافحة حارة مع هذه الجزيئات ثم تتركها لرحلة سعيدة منطلقة الي الجزء الداخلي من الغدة و خلايا أخري لا تستطيع المصافحة فتنكمش وتموت وتتحلل. وعندما نظر الطلاب وجدوا بالفعل حالات نفوق لاعداد كثيرة من الخلايا يفوق بكثير الاعداد التي نجحت وعاشت. لدرجة ان من كل 10خلاية تعانق جزيئات التوافق النسيجي يموت ثمانية ويعيش اثنان.

نلاحظ هنا يا أستاذ ان جائع الخلايا التائية بالفعل تحمل الاعلام رقم 4و8 مما يدل علي انها مازلت في مرحلة التميز ولم تنضج بعد . و بان علي الطلاب اندهاشهم من الأعداد الهائلة التي تموت من الخلايا التائية في هذا الجزء العميق من القشرة مقارنة بالجزء الخارجي منها .

وهنا تدخل عمرو وألقي معلومة كان قد قرأها قبل هذه الرحلة وهي أن أكثر من ٩٠٪ من الخلايا التائية التي تدخل الغدة بحالة غير ناضجة تموت في هذا الجزء من الغدة وحوالي 5% أخري يموت في الجزء العميق المسمي نخاع الغدة لتخرج الخلايا الحية الباقية (5%) من الغدة بعد النضج علي هيئة خلايا مساعدة أو قاتلة وذلك بنسبة 1:2.

بالفعل يا شباب ولكن سوف تفقد هذه الخلايا العلم برقم 4 أو 8 وبنسب محددة في الجزء العميق من الغدة كما سوف ترون دعد قليل .

حسنا يا سادة ، فقد رأينا الأحداث والمراحل التي تمر بها الخلايا التائية في هذا المكان الذي يمثل حياة أو موت للخلايا التائية لتصل الي صورتها النصف ناضجة والذي إنتهي بموت العديد من الخلايا استعدادا الي تطور في الجزء العميق من الغدة الي خلايا مساعدة وخلايا محللة لتخرج منها في النهاية بصورة ناضجة و بنسبة ٢:١ خليت مساعدة الي خلية محللة (قاتلة) فيما بينهما.

أنا أري أن هذا يكفي لأننا لا نستطيع تعقب خلية تائية واحدة منذ دخولها الغدة حتي خروجها لأن ذلك يتطلب حوالي خمسة عشر يوما

علي الأقل وهي الفترة التي تحتاجها الخلايا التائية لقضائها في الغدة لكي يكتمل نموها قبل أن تخرج منها فهي تقضي ثلاثة أيام هنا في القشرة و ١٢ يوما أخري في عمق الغدة. فهيا بنا الي عمق الغدة لنتعرف سريعا عما يحدث للخلايا التائية في مراحل نضجها الأخيرة قبل أن تتخرج وتحصل علي شهادتها الجامعية. وافق الطلاب علي نصيحة المشرف خاصة ان معظمهم اصبح متشوقا الي الاحداث التالية وكأنها مسلسل تلفزيوني مملة بالإثارة.

حسنا, هيا يا عمرو فلنستعد للدخول الي الجزء العميق من الغدة وسوف تكون رحلتنا هناك أسهل كثيرا وأقل تعقيدا من هنا.

تحركت الكبسولة ببطء حتي تتجنب الخلايا المكدسة في كل مكان في هذه المنطقة ، وبعد قيادة ناجحة لعمرو اضطر فيها أن يمر علي أجساد وبقايا الخلايا التائية الميتة وصل الفريق و بدون مشاكل الي حافة الجزء الداخلي من الغدة الثيموسية. وهنا توقف محرك الكبسولة.

بقي كل في مكانه في الكبسولة ليستمعوا لشرح عمرو والخبير المناعي وهم يلقون نظرات علي الخلايا التائية حولهم من كل جانب وهي تتفاعل وتغير من جلدها وتفقد جزئيات وتكتسب جزيئات فمعظم

الخلايا في حالة ديناميكية عالية محاول الخروج من هذا الجزء علي خير لتبقي علي حياتها .

الآن أهلا بكم في عمق الغدة والتي يقل كثيرا عن القشرة حيث تستقبل الخلايا التائية التي حدث لها نضج نسبي فقد تزينت الخلايا بأوسمتها من المستقبلات التي اكتسبتها علي سطحها ولكن في هذا الجزء يجب التأكد من قدرتها علي تحمل المسؤلية قبل خروجها لأرض المعارك ويحدث هذا بالطبع هنا في هذا المكان. فبعد أن تعلمنا و شاهدنا كيف تتعرف الخلية التائية علي الحبيب والصديق في الجزء الخارجي من الغدة ، فالخلايا في هذا الجزء تتعلم الدرس الثاني والذي يسمي "بالإنتقاء السلبي" Negative Selection حيث يحدث أيضا موت وحياة للخلايا التائية ولكن علي عكس ما يحدث تماما في الجزء الخارجي أثناء الإنتقاء الإيجابي.

علق المشرف قائلا بالفعل يا عمرو هذه النسبة حقيقية ويجب ألا تتغير علي الإطلاق وإلا حدث خلل في وظائف الجهاز المناعي.

بعد أن اكتسبت الخلية مستقبلات بأرقام ٤ لتصبح خلية مساعدة أو ٨ لتصبح خلية قاتلة تأتي هنا للتعامل مع نوع من الخلايا المشهورة جدا

تسمي بالخلايا الشجيرية والتي تعتبر من أهم الخلايا المناعية لأنها منوط بها الربط بين الخلايا الغير متخصصة والمتخصصة. وتسمي بالشجيرية لأن سطحها يتفرع منه زوائد كثيرة كأغصان الشجرة لتزيد من مساحة سطحها لكي يسع وجود جزيئات التوافق النسيجي من النوع الأول الذي يحمل قطع الأنتجينات الصغيرة ويقدمها للخلايا التائية المحللة للتعرف عليها والنوع الثاني الذي يحمل قطع الأنتيجينات الكبيرة ليقدمها للخلايا التائية المساعدة للتعرف عليها وعمل اللازم.

فكما ترون يوجد علي الجانب العديد من الخلايا التائية المحللة الحاملة لرقم ٨ يمتد من سطحها جزيئ TCR وبجانبه علي أحد الجانبين جزئ CD8 وعلي الجانب الآخر جزيئ يسمي CD3 . تقوم زائدة TCR علي الخلية التائية بمصافحة جزيئ التوافق النسيجي من النوع الأول علي الخلية الشجيرية الذي يحوي في تجويفه أنتيجينات صغيرة من بروتينات الجسم. ونفس التصافح يتم بين الخلية التائية المساعدة والشجيرية ولكن بأحلال جزئ CD4 بدلا من CD8 ليقوم جزيئ TCR بمصافحة جزيئ التوافق النسيجي من النوع الثاني علي الخلية الشجيرية الذي يحوي في تجويفه أنتيجينات كبيرة. وكما ترون فان بعض الخلايا سواء كانت من النوع المساعد أو المحلل قد ماتت علي التو نتيجة للإرتبط الشديد الذي حدث وخلايا أخري ارتبطت

بهدوء شديد دون أن تتعصب أو تثار فمرت بسلام لتعيش حرة لتكون قد حصلت علي خاتم وشهادة النضج مع مرتبة الشرف الأولي.

هذا هو القانون وهذه هي اللوائح والقواعد المعمول بها من الآن فصاعدا عندما يتم التعامل بين الخلايا التائية بنوعيها والخلايا الشجيرية. والسبب الذي يعطي لهذه الخلايا أهمية كبيرة يكمن في وظيفتها المشهورة بتقديم أو عرض الأنتيجينات المناعية سواء كانت من فيروسات أو بكتيريا أو طفيل أو أي جسم غريب أخر الي الخلايا التائية. ونظرا لأن الغدة الثيموسية هي مكان للتعلم والتدريب والنضج وليست مكانا للمعارك فإن دور الخلايا الشجيرية هنا في التعامل مع الخلايا التائية يحدث في وجود أنتيجينات من منتجات الجسم نفسه وفي غياب أي أنتيجينات غريبة.

وهكذا نري أن الخلايا في الجزء الخارجي من الغدة تتعلم كيفية التعرف علي الذات وذلك بطريقة الإنتقاء السلبي والذي يتم فيه التعارف والإرتباط بين جزيءTCR علي الخلايا التائية وجزيئات التوافق النسيجي علي الخلايا الطلائية بأرضية الغدة , ثم تتعلم الخلايا في الجزء الداخلي من الغدة كيفية التعرف علي الأجسام الغريبة وذلك بطريقة الإنتقاء السلبي والذي يتم فيه التعارف والإرتباط بين جزيءTCR علي الخلايا التائية وجزيئات التوافق النسيجي علي

الخلايا الشجيرية المكونة للغدة حيث تموت فورا الخلية التائية التي تتعرف وترتبط بشدة بجزيئات التوافق النسيجي. أما التي تتعرف ولا تنشط تبقي وتعيش وتكمل نضجها وتخرج من الغدة الثيموسية بشهادة النجاح التي تشهد لها بعدم مهاجمة الذات أي خلايا الجسم.

وبتعلم هذان الدرسان تكون الخلية التائية قد تعلمت كيف تميز بين الخلايا المكونة للجسم (خلال الدرس الاول) وكذلك منتجاتها (خلال الدرس الثاني) بحيث لو تعرفت عليها في أي مكان خارج الغدة تتركها وشأنها ولا تتعامل معها كجسم غريب. وبذلك تكون قد تعلمت ايضا أن أي خلايا أو منتجات خلوية أخري تكون غريبة وتتعامل معها كجسم غريب. وبالطبع الخلايا التي تفشل في هذا الإمتحان بمعني التي تتعرف علي أي جزء من الجسم علي أنه غريب تموت فورا.

والآن يا أصدقاء تعلمنا وشاهدنا بأعيننا أهمية الغدة الثيموسية والتي تعتبر المدرسة الثانوية والجامعية بالنسبة للخلايا التائية التي تصل من نخاع العظم فلا تخرج الا وهي ناضجة وقادرة علي التمييز بدقة بين الصديق وهي خلايا الجسم ذاته ومنتجاته والعدو وهو أي شيئ غير ذلك قد يوجد بالجسم خارج الغدة. وتعلمنا كيف أن كل مئة خلية تائية تدخل الغدة يخرج منها خمسة خلايا فقط بصورة ناضجة وذلك

لضمان منع أي خلل قد يحدث فإما النجاح التام أو الموت الفوري للفاشل.

ابتسم الخبير المناعي قائلا ولذلك فأنتم أيها الطلاب يجب أن تحمدوا الله أنكم لم تخلقوا خلية تائية.

ضحك أحد الطلاب معقبا نعم أيها الخبير أنت علي حق ولكن لا تنسي أيضا أن هذه الخلايا التي تموت هي جزء منا ، ولكن فليموت الجزء وليحيا الكل ، تلك هي سنة الحياة.

الآن فليستعد الجميع لترك غدته الثيموسية لتكملة الرحلة في عضو أخر وراء أحد الخلايا التائية الخارجة من هنا.

نحن الآن وكما يظهر أمامكم علي شاشة جهاز "جي اس بي" مرة أخري في المنطقة الفاصلة بين جزء القشرة الخارجي وجزء الغدة الداخلي فكما دخلنا من هنا سوف نخرج من هنا فهذا هو مكان دخول الخلايا التائية الغير ناضجة وأيضا خروجها بعد تمام نضجها. وأنت يا عمرو عليك أن تنتبه ألا تضل طريقك وإلا لو دخلنا يمينا الي

القشرة أو يسارا الي وسط الغدة حتي لا نبدأ الرحلة داخل الغدة من جديد.

الفصل السادس

الطحال: العضو الذي لا ينام

قاد عمرو الكبسولة الي خارج الغدة من خلال الحاجز الفاصل بين القشرة ونخاع الغدة كما وجهه المشرف وفي اقل من ثانية وجد الجميع انفسهم خارج الغدة وسط الألاف المؤلفة من الخلايا التائية التي انهت علي التو تخرجها من الغدة لتقوم باعمالها في الأماكن الأخري بالجسم.

والكبسولة سابحة في تيار الدم. طلب المشرف علي الفور من عمرو تتبع احد أسراب الخلايا التائية والتي عادة ما تهاجر الي الطحال ثم الي العقد الليمفاوية حيث ان هذه الأماكن المعروفة بالأعضاء المناعية الثانوية تحدث فيها المعارك بين الخلايا المناعية المتخصصه والغير متخصصة وبين الميكروبات بأنواعها وذلك عكس الغدة الثيموسية ونخاع العظم المعرفة باسم الأعضاء المناعية (الأساسية) المركزية والتي تتم فيهما تكوين ونضج الخالية المناعية وتدريبها علي التميز بين القريب والغريب.

تحير عمرو الي أي اتجاه يقود الكبسولة فالخلايا التائية تسلك طرقا مختلفة وليس طريقا واحدا.

بسرعة نادي المشرف علي عمرو , يا عزيزي لا تترد في القيادة ممكن الذهاب بنا الي أي طريق ولكن أفضل ان نتبع الطريق وراء تلك الخلية اللي الطحال كما يشير السهم هنال علي اتجاهه.

علم أستاذي وها أنذا وراء الخلية لم أتركها ونحن بالفعل في طريقنا الي الطحال كما تبين شاشةGBS . ولكن حتي نصل هناك أستاذي لماذا الطحال.

السبب ببساطة يا عمرو هو أهمية هذا العضو المناعي والدموي في نفس الوقت حيث تتجمع فيه الميكروبات التي تدخل الجسم عن طريق الدم. كما أن الخلايا المناعية تفضل أن تمر به أولا حيث أنه الأقرب كما أنه ملتقي الخلايا المناعية بأنواعها المختلفة سواء كانت المتخصصة والغير متخصصة القادمة من الأماكن الأخري بالجسم وخاصة نخاع العظم والكبد والرئتين والأمعاء. ومن الممكن تشبيه الطحال بالمتنزه أو القاعة الدموية الكبري التي تتقابل فيها جميع الخلايا للتعارف والتشاور خاصة اذا وجد ميكروب بالصدفة هناك. زد علي ذلك أن عدد الحلايا البلعمية في هذا العضو كثيرة جدا و متنوعة مما يعتبر فرصة للخلايا التائية ان تشهد و لأول مرة من تخرجها كيف تعمل هذه البلاعات الضخمة في هذا العضو الضخم .احترس يا عمرو من الطريق فأنت كدت ان تفقد الخلية المناعية

التائية وتضل الطريق وتذهب الي الكبد وهذا ليس وقته ولا هدفنا الان.

عذرا سيدي ها قد أعدلت من طريقي ونحن الأن علي حافة الطحال .

في نشوة كبيرة صاح أحد الطلاب والله يا أستاذ حركة الكبسولة في تيار الدم وتموجها وانحنائها يمينا وشمالا داخل هذا الشريان المتجه إلي الطحال كلما تعرج أو إنحني تذكرني بالألعاب المائية في مدينة الألعاب المائية والتي إستمتع بها أنا وزملائي جدا خاصة ونحن داخل أنبوب المياه المغلق الكبير. إنه إحساس رائع.

إحساس رائع فعلا ولكن إحترس فإننا علي المعبر من فوهة الشريان الكبير إلي الشريان الطحالي نفسه و الذي سوف نندفع منها إلي المنطقة الخارجية من الطحال وهي القشرة والتي بالطبع يضيق عندها الشريان ولكن لحسن الحظ ليس بدرجة ضيق الشعيرات الدمويه وهي الميزة التي تتمتع بها الأوعية الدموية التي تغذي الطحال فهي تصب فيه أو تجمع منه وهي علي شكل جيوب دموية وليست شعيرات دموية مما يجعلك تشعر وكأن الكبسولة تنزلق من تيار الدم إلي بركة كبيرة تسبح فيها دون أن تشعروا بالضيق أو الإرتطام. وسوف تشعرون بذلك حالا ، استعدوا.

فعلا يا أستاذ شعور الوصول ونزول الكبسولة في هذه الجيوب الدموية التي بالفعل تشبه البركة لذيذ وليس به صدمات، ولكن هل يتشابة هذا التفرع الدموي نظيره في الأعضاء الأخري.

حسنا يا عمرو دعنا نقف بالكبسولة هنا في هذا المكان بضع ثوان حتي أعطيكم بعض المعلومات المهمة عن هذا العضو الكبير. وذلك قبل أن ندخل الي الأجزاء الداخلية من الطحال حيث الوقت لا يسمح بالإضافة ان هناك أمور أخري سوف أشرحها لكم في حينه عندما نصل هناك. .

فكرة رائعة يا أستاذ علي الأقل لنقضي بعض الوقت لنلقي من هنا و عن بعد نظرة متأنية علي مكونات الطحال فكم يبدوا بالفعل جميلا و اعتقد انه لو معنا فنان لاستطاع أن يرسم لوحة فنية رائعة لا يدرك من يراها أنها لعضو من أعضاء جسمنا.

بالفعل تشريح جسمنا من الداخل رائع والغدة الثيموسية ونخاع العظم و الطحال هنا أمثلة واضحة لذلك. عموما دعونا في الطحال الان

لأننا ليس لدينا وقت كثير و لكن أرجوا أن تدونوا ملحوظاتكم هذه لكتابتها في التقرير النهائي للمعسكر .

والطحال جزء من الجهاز المناعى بالجسم. و الطحال غدة تعمل فى صمت تقع في الجانب الأيسر من البطن تحت الحجاب الحاجز، بيضاوي الشكل في استطالته ذو لون إرجواني معتم. حجمه مقدار قبضة اليد حيث يتراوح طوله من 125 إلى 150 مم وعرضه حوالي 76 مم وسمكه حوالي 38 مم ووزنه عند الشخص البالغ 200 غرام ويقع خلف الأضلاع 9 و 10 و 11. و الطحال متصل بشبكة أوعية دموية كثيفة جداً، وبه عضلات إن تقلصت أفرغ ما عنده من الدم .

الطحال، مقبرةٌ لكريات الدم الحمراء الميِّتة حيث يُفْرز عليها مادةً تحللها إلى مكوِّناتها ؛ يتحرر الحديد ليصدر إلى معامل تصنيع كريات الدم في نخاع العظام ليعاد تعباته مرة أخري في كرات الدم الحمراء الجديدة ، و يتحرر الهيموجلوبين، ليصدر إلى الكبد، لتصنيع الصفراء.أليس هذا تخطيطٌ اقتصادي ؟ أليس هذا توجيهٌ ربّاني، لأن الهدر، وإتلاف المواد، شيءٌ يتنافى مع الكمال البشري ؟

و كما أن الطحال، مقبرةٌ لكريات الدم الحمراء الميِّتة فهو معمل لصنع كريات الدم الحمراء ولكنَّه معملٌ احتياطي، إذا تعطَّلت المعامل في نخاع العظام، فإن هذا المعمل، يصنع كريات الدم الحمراء حفاظاً على حياة الإنسان. ومع أن الإنسان لا يموت إذا أتلفت كريات الدم الحمراء الحية تحت أي سبب إلا أنه يصاب بفقر دمٍ من نوعٍ خاص، وإذا قصَّر عن عمله، يضعف جهاز المناعة في الإنسان، وهذا ما يعانيه العالم اليوم، من مرضٍ الأنيميا الخطير نتيجة لنقص الغذاء أو مكوناته وخاصة الحديد . وبهذه المناسبة يستطيع أى إنسان البقاء علي قيد الحياة بشكل طبيعى بعد إزالة الطحال، سواء كان نتيجة حادث أو كإجراء علاجى إذ يقوم الكبد والنخاع بتعويض مكانه في غالجسم في حال استئصاله.

هل أكلتم الطحال من قبل وهل جربتم تشتروه من عند الجزار أو من السوبرماركت .

وهل يأكل الطحال يا أستاذ و يباع ويشتري , أنا لم أسمع عن ذلك قبل اليوم.

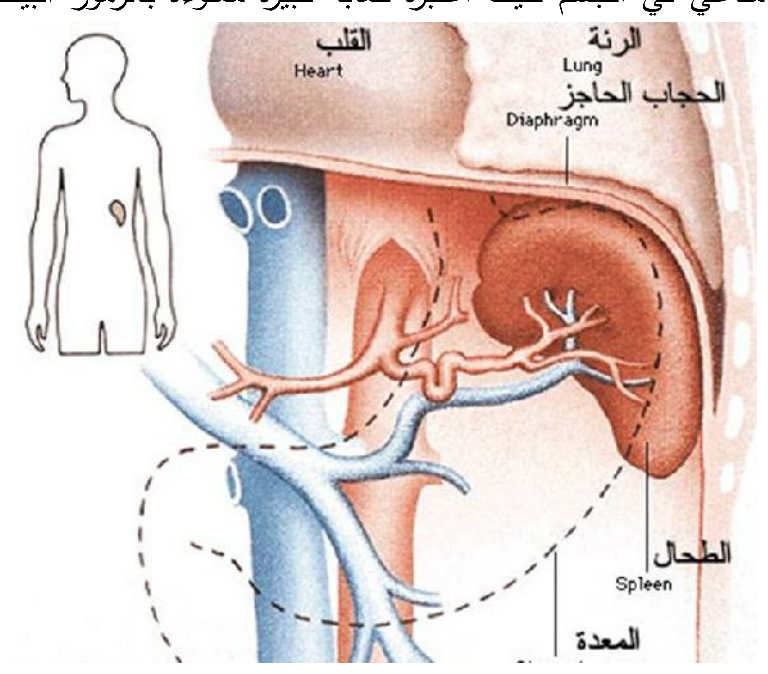
طبعا يا شباب بالتأكيد , تستطيع أن تشتريه كعضو كامل أو شطيرةً ، ولا تدري أن هذا الذي تأكله عالمٌ قائم بذاته، قال عليه الصلاة والسلام: (أُحِلَّتْ لَكُمْ مَيْتَتَانِ وَدَمَانِ فَأَمَّا الْمَيْتَتَانِ فَالْحُوتُ وَالْجَرَادُ وَأَمَّا الدَّمَانِ فَالْكَبِدُ وَالطِّحَالُ).

معلومات جديدة علينا يا أستاذ, ماذا هناك من معلومات أخري تفيدنا

وحقيقة اعتبار الطحال مخزنا لكرات الدم الحمراء جاءت من الملاحظات العلمي التي دونها عالم وظائف الأعضاء الانجليزي د. باكروفت ومعه بعض العلماء المرافقين له عندما قاموا باجراء تجارب تتعلق بتأقلم الانسان في الارتفاعات المختلفة للجبال حيث ذهبوا الى جبال الانديز في دولة "بيرو" حيث قام باجراء تجارب عديدة في الدم على مرافقيه. ووجد د. باكروفت أن صبغة الدم الحمراء المعروفة بالهيموجلوبين، تزيد كلما بذلوا مجهودا واقتربوا من قمة الجبل، وعند الهبوط عاد مستوي الصبغة الى حالته العادية. وعندها قرر العالم باركروفت بأن زيادة الهيموجلوبين انما هي زيادة في عدد كريات الدم الحمراء وأن هذه الزيادة سببها عضو في الجسم مجهول وشكك في الطحال، ثم اثبتت البحوث فيما بعد ان اشتباه العالم باركروفت في الطحال كان في مكانه.

وماذا أيضا يا أستاذ عن الطحال خاصة بالنسبة للجهاز المناعي.

حسنا ، أنا معجب كثيرا بالطحال المكان الرائع الذي يمثل أكبر عضو مناعي في الجسم حيث اعتبره كغابة كبيرة مملوءه بالزهور البيضاء



والحمراء ، فإذا ألقيتم نظرة عامة علي هذا المكان الفسيح للاحظتم أن به دوائر كثيرة تشبه القباب البيضاء والتي تقع معظمها علي الحافة والقليل منها يقع في منتصف الطحال الذي يشبه السجادة الحمراء . ويتخلل الطحال العديد من الأوعية الدموية والتي تشبه طرق سريعة تغذي الأماكن المختلفة في الطحال.

فعلا يا أستاذ ، تظهر هناك بعض الدوائر البيضاء و محاطة بمناطق حمراء واسعة و كأنها قصاري زرع من الورود البيضاء في أرضية فسيحة حمراء.

فعلا طلابي الأعزاء, فما الزهور البيضاء الموجودة في قصاري الزرع الا الخلايا المناعية بكل أنواعها شاملة الخلايا التائية والبائية (المتخصصة) والخلايا البلعمية والشجيرية (الغير متخصصة). والوظيفة الأساسة لهذه الخلايا هي التعامل مع أي جسم غريب بقوة حتي النهاية والتخلص منه. ونتيجة لعدم وجود كرات دم حمراء في هذا المكان سمي بالمنطقة البيضاء أو اللب الأبيض. وما الأرض الحمراء الا أعدادا هائلة من الخلايا البلعمية وسط ملايين من كرات الدم الحمراء حيث تقوم الخلايا البلعمية هذه بإبتلاع كرات الدم الحمراء النافقة وتخليص الجسم منها ولذلك فإن هذا الجزء يمثل الكلية للجهاز الدوري والمناعي.

ولتعلموا يا أعزائي أن العديد من الخلايا المناعية في الطحال تسكن هنا طوال حياتها بعد وصولها من نخاع العظم اذا كانت خلايا بائية أو خلايا غير متخصصة أو من الغدة الثيموسية إذا كانت خلايا

تائية. ويوجد أيضا العديد من الخلايا العابرة خلال تيار الدم لتقضي فترة بسيطة ثم ترحل.

علق أحد الطلاب فعلا المكان هنا منًظم جدا مع كبره ولكن ماهي هذه الإنتفاخات الموجودة في بعض الدوائر البيضاء بأحجام مختلفة.

هذه ملحوظه مهمة ولها أساس علمي، فبخلاف نخاع العظم والغدة الثيموسية حيث لا توجد هناك آثار معارك ماضية أو قائمة فإن الطحال والعقد الليمفاوية كما سوف ترون بعد ذلك هي الأماكن الرئيسية للمعارك التي تحدث بين الخلايا المناعية والأجسام الغريبة بما فيها الميكروبات.

وما الإنتفاخات التي تروها هنا الا أثار بعض المعارك السابقة وحجم الإنتفاخات يعكس عمر المعركة.

ولحسن الحظ يبدوا أنه لا يوجد هناك أي ميكروبات تعطل مسيرتنا في هذا المكان المهم فتعالوا بنا للداخل.

الآن أنظروا حولكم وشاهدوا كيف أن كرات الدم الحمراء و الخلايا المناعية التي وصلت قبلنا مباشرة أو علي التو معنا تتجه إلي أماكنها في أنسجة الطحال. فها هي كرات الدم الحمراء تتجه إلي مساحات واسعة لونها أحمر وتشبه حقول الطماطم وهي التي نطلق عليها لب الطحال الأحمر والذي يشغل حوالي ثلثي مساحة الطحال. وها هي الخلايا المناعية التائية التي تتبعناها من الغدة الثيموسية إلي هنا تتجه ومعها الخلايا التائية القادمة من أماكن أخري ومعها الخلايا البائية سواء القادة من النخاع أو أماكن أخري في التوجه إلي اللب الأبيض والذي كما ترونه عبارة عن العشرات من الغرف المغلقة والمرتفعة والتي تشبه النجوم المنتشرة في سماء اللب الأحمر . هل ترون كل ذلك يا شباب ، هل تستطيعون التفرقة بين الخلايا التائية والبائية نظرا لأن حجمهم وسكلهم متقارب.

رد أحد أفراد الفريق ، نعم يا أستاذ واضح جدا فالخلايا فعلا تتجه إلي مساكنها بنظام وبثقة وهدوء دون إصطدام وكأنها مبرمجة علي ذلك بدون أي تفكير.

رد طالب آخر ، و سهل يا أستاذ أن نميز بين الخلايا البائية التي تحمل علي سطحها علم عليه حرف Y والخلايا التائية المساعدة والتي تحمل علي سطحها رقم ٤ والقاتلة التي تحمل علي سطحها الرقم ٨.

و تدخل آخر وهو ما زال ينظر إلي حركة الخلايا بإندهاش ، الخلايا المناعية بأنواعها يا أستاذ ليس فقط تتجه إلي اللب الأبيض بل أنها بمجرد وصولها هناك تتخذ أماكن مختلفة بداخله. فالخلايا التائية القاتلة أخذت من قمة اللب مكانا لها والمساعدة سكنت المساحة المجاورة لها أما البائية فقد سكنت الجزء الداخلي من اللب. إنه إبداع المرور المنظم للخلايا دون أي حوادث أو اصطدام أو مخالفات. ليت العقل البشري يبرمج كهذه الخلايا علي الإلتزام حتي لا تحدث أخطاء علي الأقل في إشارات المرور التي تجعل من قيادة السيارات مسابقة للأقوي.

فعلا يا أصدقائي كلما كان هناك برمجة كلما قلت وندرت الأخطاء ، ولكن تذكروا أن العقل البشري لو برمج فلن يبدع ولذلك فالعضو الوحيد الذي يعمل إختياريا في الجسم هو العقل فهو مخير وليس مسير حتي يتحمل توابع ونتائج قراراته، وان كان هناكةجزء في العقل ممكن برمجته ولكن بالتدريب المتواصل لفترات طويلة حتي يتعود علي سلوك معين وهو ما يسمي البرمجة العصبية. أما باقي الأعضاء بالجسم بما فيها الجهاز المناعي فتقوم بوظائفها بطريقة مبرمجة في جيناتها وبروتيناتها حتي تؤديها في وقتها وتتابعها علي أكمل وجه. فلا يعقا أن تفكر خلايا المناعة تهاجم أم لا أو خلايا المعدة تهضم

أملا وهكذا. وتلك حكمة الله في خلقه. ولذلك يا شباب يجب أن تتعلموا من خلق الله في أنفسنا عنما نترجم ذلك في الحياة العملية.

ماذا تقصد يا أستاذ بذلك ، هل لنا أن نتبع طريقة العمل المبرمج والإختياري في حياتنا.

بالطبع ، فإذا قررت أن تنشأ شركة علي سبيل المثال فعليك أن تعين أناس يعملون بنظام البرمجة بمعني لا يفكرون في عملهم لب يقومون بالأداء كما تريمه لهم وبدون أخطاء حتي تضمن الإتقان إلا إذا حدثت مشكله فعليهم بعمل تقرير سريع عنها حتي يشعر بهذا الخطأ من يستطيع التغلب عليه. وعليك أيضا أن تعين أناس هملهم الأساسي التفكير وإتخاذ القرارات والبدائل تماما كما يفعل العقل. وممكن تشبيه ما أقوله بالعلاقة بين المهندس والفني أو الطبيب والممرض. فالممرض أو الفني يقوم فقط بأداء العمل بطريقة مبرمجة أما المهندس أو الطبيب فهما من يقوما بالتفكير وإتخاذ القرار لينفذ من جانب الفني أو الممرض.

حقا يا مشرفنا العزيز ، كلما تدبرنا كلما تعلمنا أن قوانين الأمور الحياتية لها أساس ليولوجي علمناه أو جهلناه. ما أروع دراسة البيولوجي ولكن بصورة تحليلية كما نفعل وليست وصفية كما نتعلم.

بسرعة يا شباب أنظروا عي كل جانب فهناك العديد من الخلايا التي وصلت علي الفور وتشبه الخلايا المناعية تماما ولكنها لا تحمل علي سطحها أعلام عليه رقم ٤ أو ٨ أو حرف Y. هذه هي الهلايا التي نطلق عليها الخلايا وحيدة النواة وهي تنشأ وما تعرفون وشاهدتوها من قبل في نخاع العظم ثم تهاجر من هناك من خلال الدم إلي هنا لتسكن هنا وللأبد. وكما ترون فجزء منها يتجه إلي اللب الأحمر ليبتلع كرات الدم الحمراء النافقة حتي لا تتراكم وتسبب انتفاخ للطحال ، وجزي يتجه إلي اللب الأبيض ليسكن هناك مع الخلايا التائية والبائية ليلتهم أي جسم غريب يصل إلي هذه المنطقة ليلتهمه ويقدمه إلي الخلايا المناعية المجاورة.

وهل تبقي علي إسمها القديم بعد أن تسكن الطحال أم تغيره ليتناسب مع وظيفتها الجديدة هنا ، وهل كل الخلايا من هذا النوع يسكن الطحال أم جزء منها فقط.

سؤال رائع وذكي ، ففعلا هذه الخلايا تغير اسمها من الخلية وحيدة النواه إلي الخلية البلعمية وذلك إذا استقر بها المقام في الطحال أيا كان مكانها في اللب الأحمر أو الأبيض وهذه الخلايا تمثل أكثر من ٧٠٪ من الخلايا المهاجرة من النخاع والباقي يترك الطحال مع تيار الدم ويبقي علي إسمه.

وماذا عن الخلابا المتفرعة التي تشبه الخلايا الشجيرية التي رأيناها في الجزء الداخلي من الغدة الثيموسية ، أهي فعلا نفس الخلايا الشجيرية أم تشابة في الشكل.

هي ليست نفس الخلايا ولكن نفس النوع من الخلايا فالذي بالغدة الثيموسية لا تبرح مكانها بل تولد فيها وتموت فيها أما التي في الطحال فعادة تولد في مكان آخر مثل الجلد ثم تهاجر إلي هنا لتأخذ من اللب الأبيض من الطحال مسكنا لها و كما تعلمون فإن هذه الخلايا وهبت نفسها سواء هنا أو أي مكان آخر مثل العقد الليمفاوية كما سوف ترون هناك إلي قضم لقيمات من الجسم الغريب ثم صب بعض الإنزيمات عليه لتقطيعه تماما كما يفعل الجزار في قطع اللحمة إلي أجزاء صغيرة تقدمها للخلايا التائية القاتلة وأخري كبيرة للخلايا التائية المساعدة لتتعرف عليها كما ذكرت من قبل كأثر للجسم الغريب حتي إذا وجدته الخلايا المناعية في أي مكان في الجيم تقبض عليه

وتقتله. ولذلك فهذه الخلايا لها دور كبير جدا في نجاح المعركة بين الخلايا المناعية والعدو.

لقد بدر لي الآن يا أستاذي تصور عن بناء الأعضاء المناعية حيث أنها تختلف عن الأعضاء الأخري بالجسم نظرا لوجود خلايا دائمة فيها وخلايا مهاجرة دوارة.

وما هو هذا التصور يا عمرو إشرحه ببساطة لزملائك قبل أن نعبر هرا البركة من الجيوب الدموية وننتقل الي اللب الأحمر قبل أن نفرر إذا كنا سندخل أحد قلاع اللب الأبيض أم لا.

تصوري هو ان معظم الاعضاء بما فيها التابعة للجهاز المناعي يتم تصنيعها أثناء المرحلة الجنينية ثم يتم نضجها قبل الولادة كوحدة واحدة أو قالب واحد به كل مكوناته الأساسية والتي تشكل البنية الاساسيتة له من أرضية وسقف وجدران وشبابيك وأبواب وكذلك شبكة المياه والصرف والكهرباء والتليفونات تماما كما يحدث في بناء العمارات. وطبعا أعني بذلك الأنسجة بأنواعها التي تكون العضو وتعطيه شكله البيضاوي أو التوتي أو الطحالي أو العقدة وهكذا بما فيها من أنسجة عصبية تمثل وصلات التليفونات والكهرباء والأوعية

الدموية التي تمثل المياه والصرف وهكذا. تمر علي هذا البنيان بعد ذلك الخلايا الدوارة وهي كرات الدم الحمراء والبيضاء ثم تتركها وهكذا إلا بعض أنواع الخلايا المناعية مثل الخلايا وحيدة النواة والشجيرية التي تبقي في هذه الأعضاء لتسكن فيها وتصبح جزء من البنية الأساسية للعضو تماما كما يحدث لبعض الناس الذين يهاجرون للمدن ويسكنوها ويصبحوا جزءا منها.

بالفعل تصور هندسي حقيقي وهذا مايحدث بالفعل فما خلقنا إلا مراحل من بعد مراحل يتم فيها تشيد الجزاء وتجميعها للبناء ثم ملأ الفراغات. شكرا علي هذا التصور وإن كنت أنصحك أن تدرس الهندسة المعمارية أو الهندسه الطبية فعقليتك تصلح لذلك ببراعة.

أعتقد ياشباب أنكم أخذتم جرعة كافية من المعلومات عن الطحال فقد رايتم بنيته الأساسية و كرات الدم الحمراء و الخلايا المناعية الواردة إليه والتي تسكن باللب الأحمر أو اللب المناعي الأبيض و علينا الان أن نترك هذا العضو الي العقد الليمفاوية حتي نكون قد تمكنا من زيارة الأعضاء المناعية الأساسية والثانوية. ومن حسن الحظ أنه لاتوجد ميكروبات حاليا في الطحال ففرصة ان نتركه لأحد العقد الليمفاوية والا لن نستطيع أن نتركه وسط المعركة .

هيا يا عمرو بنا للخروج من هذه الجيب الدموي لنترك الطحال منه اللي الوريد الطحالي ومنه اللي الوريد البابي ثم من هناك اللي احد الأوعية الليمفاوية الصادرة الي أقرب عقدة ليمفاوية ولتكن تلك الموجودة تحت الابط أو بالعنق حتي نكون قريبين من القلب ثم الرئتين قبل خروجنا من الجسم كله.

علم يافندم وهو كذلك و بالفعل لقد برمجت جهاز GBS علي هذا الطريق.

الفصل السابع

العقد اللمفاوية أرض المعارك

وصلت الكبسولة الي العقدة الليمفاوية من خلال شارع عريض ناصع البياض لا تسير فيه الا كرات دم بيضاء يسمي الوعاء الليمفاوي وهو مثل الوعاء الدموي ولكن منفصل عنه ولا يحتوي علي أي كرات دم حمراء و يصب محتوياته في الأوعية الدموية .

المكان مملوء بالوديان التي تحفها الهضاب من علي الجانبين ولا توجد في المكان نفسه أي علامات لكرات الدم الحمراء بل مثل الطريق المؤدي اليها كلها كرات بيضاء.

تسائل الطلاب في لهفة عن هذا المكان المختلف والذي يبدو و كأنه منتجع للإسترخاء .

ضحك عمرو ، يا زملائي الأعزاء هذا هذه هي العقد الليمفاوية كما هو مكتوب علي اللوحة الإرشادية هناك "أهلا بكم في العقدة الليمفاوية بمنطقة الرقبة". وما هذه الهضاب يا أستاذ .

حسنا دعوني أشرح لكم مكونات هذا المكان الذي يوجد منه المئات موزعة علي جميع أجزاء الجسم للتعامل مع أي جسم غريب. فمنها ما يوجد تحت الجلد موزعة علي كل الأماكن من الرقبة إلي القدم وتحت الإبط وتحت الفخذ وتحت منطقة الرقبة وهكذا. ومنها ما هو موجود بجوار الأعضاء مثل الحنجرة والمعروفة باللوز وتحت الكلية والرئتين والمثانة البولية والكبد والأمعاء الدقيقة وغيرها من الأعضاء. ومنها ما هو مطمور داخل الأعضاء نفسها مثل مايسمي بلطع "بايرز" لأن العالم الألماني الذي اكتشفها إسمه باير وهي موجودة بطول الأمعاء الدقيقة بنسيجها الخارجي.

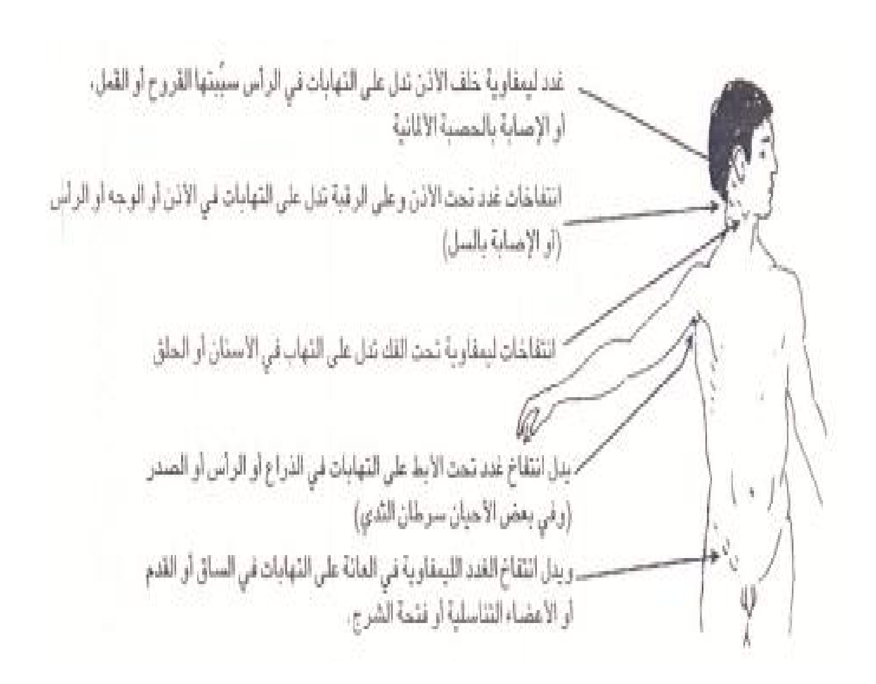
وأكبر عقد ليمفاوية بالحسد يا أصدقاء هي اللوز والعقدة الليمفاوية بين الأحشاء ثم يليها التي بالرقبة ثم التي تحت الإبطين والرسغين وكذلك التي أنتم فيها الأن بمنطقة الحوض.

ولماذا سميت "عقد ليمفاوية" يا.أستاذ ألأنها معقدة.

ضحك الجميع علي هذا التعليق و الذي علق عليه المشرف. يا عزيزي سميت بعقد لأنها بالفعل تشبة العقدة لأن كرات الدم البيضاء تدخلها من طريق وهو الذي دخلنا منه في التو ثم تخرج من طريق آخر بنفس حجم الأول والمدخل والمخرج متجاورين بعد أن يتفرعا بداخل العقدة فيبدوا الشكل العام وكأنها عقدة من خيطين حول نسيج منتفخ. أما كلمة الليمفاوية فهي ببساطة لأن جميع العقد الليمفاوية يغيها سائا إسمه "الليمف" وهو رشيح خلايا الجسد الملوء ببروتينات الخلايا يتجمع من كل مكان ليصب في وعاء ليمفواي كبير علي كل جانب من الجسد الذي يتفرع بدوره إلي طرق تدخل العقد في كل مكان مثل الذي دخلنا منه إلي هنا. وكما تلاحظون لا يوجد أي لون أحمر بسبب غياب كرات الدم الحمراء والتي لا توجد في الليمف إلا إذا حدث لاقدر الله أي إصابة أدت إلي تهتك العقد الليمفاوية ودخول الدم اليها.

هل معني ذلك أن كرات الدم البيضاء بهذه العقد لا تلتقي أبدا بكرات الدم الحمراء ، وما السبيل لها للوصول إلي الأعضاء اللمناعية الأخري مثل الطحال.

سؤال رائع يا صديقي أحييك عليه لأن الإجابة عليه توضح كيفية إنتقال الخلايا المناعية من العقد الي باقي أجزاء الجسم. فكما تساهدون حولكم ، فبعد أن تدخل الخلايا المناعية الآتية من الوعاء الليمفاوي الكبير تبقي في الجزء الخارجي من العقدة الذي نحن فيه الآن والمسمي بالقشرة عده ساعات إلي أيام ثم تنتقل بعد ذلك الي الجزء الداخلي المسمي بوسط العقدة أو النخاع لتأخذ دورتها هناك للتعامل مع أي جسم غريب في حالة دخوله مع الليمف أو محملا علي سطح خلايا أخري.



العقد اللمفاوية هي انتفاخات تظهر على مسار الأوعية اللمفاوية ولها وظائف مهمة في الدفاع عن الجسم لتشكيلها أنواع من الخلايا المناعية. والعقد الليمفاويه هى جزء هام جداً من جهاز مناعة الجسم وتعمل على محاربه العدوى , وهى عباره عن تكتلات صغيرة مستديره لينه منتشره فى جميع أجزاء الجسم ومرتبطه مع بعضها البعض فى شكل سلاسل عن طريق قنوات تشبه الاوعية الدمويه.

كل عقده ليمفاوية محاطه بنسيج ضام , هذا النسيج يحتوى على خلايا مناعيه معينه غالباً ما تكون كريه دم بيضاء ليمفاويه والتى تكون بروتينات تحيط وتقاتل الفيروسات و الميكروبات وتتواجد خلايا أخرى تسمى ميكروفاج والتى تقوم بإزاله هذه البقايا.

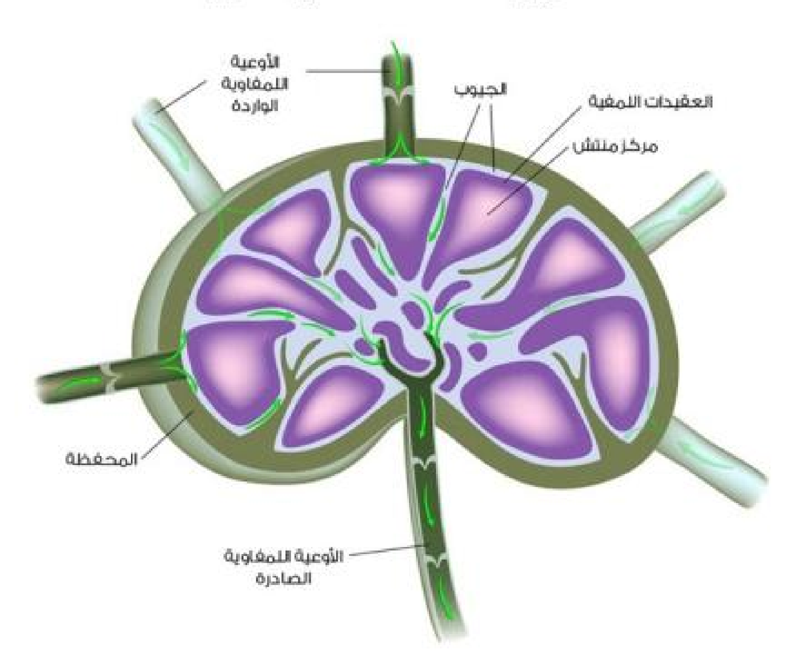
يحتوي جسم الإنسان على عدد كبير من العقد اللمفاوية التي يخترقها اللمف بالإضافة إلى الدم. و يتوقف عدد العقد الليمفاوية علي حسب حجم ومساحة سطح الجسم حيث يصل عدد العقد الليمفاوية في جسم الإنسان علي سبيل المثال حوالي ٤٥٠ عقدة مقارنة بحوالي ٢٢ عقدة في الفأر. يتراوح وزنها الإجمالي ما بين 600–700غ. تعتبر العقد اللمفاوية مقر تخزين وتكاثر الخلايا المناعية حيث تساهم هذه الخلايا في عدة نشاطات. علي سبيل المثال توجد الخلايا البالعة بأعداد كبيرة في العقد اللمفاوية وتبتلع البكتيريا والأجسام الغريبة الموجودة في اللمف. كذلك فالعقد يوجد بها العديد من الخلايا البائية والتائية. ويرجع تورم العقد الليمفاويه للعديد من الأسباب ولكن فى المجمل فإنها تعود إما لحدوث إلتهاب , أو عدوى أو بسبب إنتشار السرطان. والعدوى هى من أهم أسباب تضخم العقد الليمفاويه سواء كانت فيروسيه , بكتيريه , طفيليه أو حتى فطريه.

والجميل أن الأجسام الغريبة التي ترشحها وتستقبلها كل عقدة تختلف عن العقد الأخري وذلك حسب موقعها في الجسم حيث أن كل منطقة لها حدودها المختلفة وبالتالي قد يتسلل إليها أعداء مختلفين. بل يصل الأمر أن كل فصيص في نفس العقدة يستقبل أجسام غريبة مختلفة عن الفيص المجاور له بنفس العقدة. وقد نشبه هذا الإختلاف في عملية الإستقبال علي مستوي العقدة وداخل العقدة الواحدة بجنود حرس الحدود في القوات المسلحة حيث أن كل كتيبة تحرس منطقة كبيرة تتعامل مع هاربين ومخربين مختلفين عن الموجودين في أماكن أخري علي الحدود تحرسها كتائب أخري. ونفس المنطق ينطبق علي السرايا التي تكون كل كتيبة حيث تقوم كل سرية بحراسة جزء محدد من المساحة المخصصة للكتيبة كلها. المدهش أن طريقة تخطيط وتنظيم الجيوش علي هيئة كتائب وسرايا تم تنفيذها قبل اكتشاف هذا التماثل مع الجهاز المناعي. مما يؤكد أن عقل الإنسان يعمل بالفطرة البيولوجية.

عندما تدخل العقدة الواحدة تشعر وانك في قلعة حربية. وبعض العقد الليمفاوية صغيرة في الحجم فتكون قلعة واحدة وبعضها الآخر يكون قلاع كبيرة تكون مقسمة من الداخل الي قلاع صغيرة. حيث يطلق علميا علي كل قلعة صغيرة إسم فصيص والذي تتم فيه وحوالية المعارك الكبري التي تخوضها الخلايا المناعية المتخصصة بنوعيها

التائي (المساعد والقاتل) والبائي بعد تعرفهم علي أجزاء العدو التي تم تقديمه إليهم علي زوائد متفرعة من الخلايا الغير متخصصة المعروفة بإسم الخلايا الشجيرية لتقدمها للخلايا المتخصصة علي صينية من ذهب.

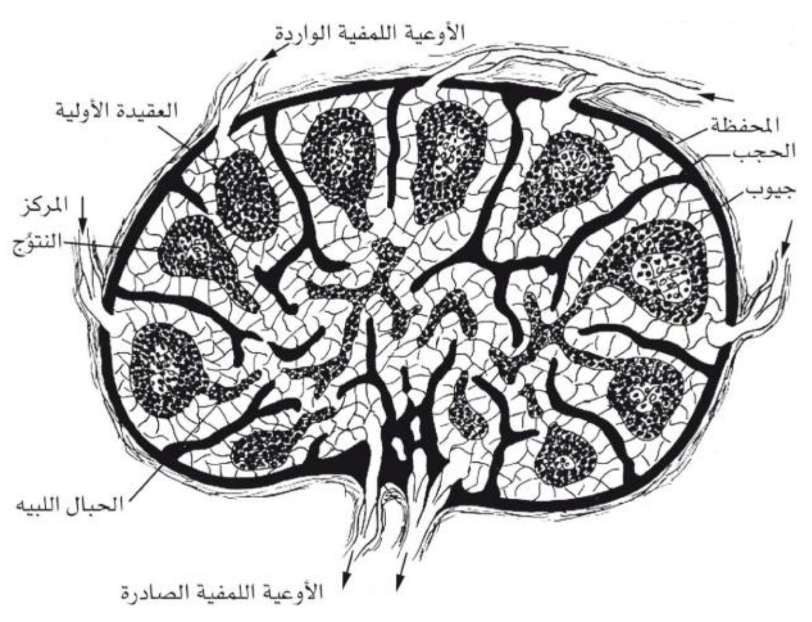
و المدهش أن الخلايا الغير المتخصصة هي فقط التي تسكن هذه العقد وذلك بعد أن تهاجر إليها من الجلد والدم. والمدهش أكثر هو مع أن الخلايا المتخصصة الموجودة بكل عقدة هي خلايا عابرة بمعني أنها لا تسكن هذا المكان إلا أنه قد تم تشييد ثكنات خاصة لكل نوع منها ولكنها متجاورة ، فهناك ثكنة عسكرية للخلايا التائية المساعدة مجاورة لثكنة أخري للخلايا التائية القاتلة وأخري للخلايا البائية. والأجمل أن هذه الخلايا أثناء المعركة تخرج من ثكناتها علي الفور لتتقابل سويا في المنطقة المحيطة بالثكنات وتتعاون في التعرف علي القطع المختلفة من العدو المقدمة لها علي صينية الخلايا الشجيرية ثم تعود لثكناتها مرة أخري لتنشط وتتكاثر وتزداد في العدد ثم تهاجر من العقدة إلي الأماكن الأخري من الجسم باحثة عن العدو الذي تعرفت علي جزء منه في العقدة التي زارتها. ولذلك فالعقدة الليمفاوية هي القلعة السرية التي يتم فيها التعرف علي أثر الهاربين من الأعداء والخارجين عن القانون ليتك القبض عليهم في أي مكان في الجسم وإعدامهم رميا برصاص الخلايا المناعية القاتلة.



وياترى ما هو السر في تلك الوديان والهضاب التي نراها حوالينا وكأننا نسير في منطقة جبلية ولكنها خضراء. ماترونه من هضاب تبدوا كما تظهر لكم في شكل دوائر مرتفعة ماهي إلا مواقع المعارك التي تخوض فيها الخلايا المناعية بأنواعها القتال مع أي عدو خارجي. وهي تشبه الثكنات العسكرية أو ما تسمي الخنادق التي ينطلق منها الجنود في القتال المنظم. أما هذه الوديان الواسعة التي نمر بها الآن بين تلك الهضاب فهي الأرض التي تتخللها فروع

الأوعية الليمفاوية التي تغذي العقدة وكذلك الخارجه منها وتشبه هذا الأوعية المتفرعة الأنهار التي تجري في الأرض التي يحرث فيها الناس ويزيلون الحشائش الضارة، والناس خنا هي الخلايا الفادمة مع الليمف والسكنه في العقدة ولا تبرحها.

ولكن لماذا لانري أي عراك هناك في هذه الدشم أو ماسميتها أنت الثكنات العسكرية. من حسن الحظ يا أصدقاء أنه لا يوجد الآن أي عدو ميكروبي أو جسم غريب لتشترك معه الخلايا المناعية ، فدعونا نستمتع بالرحلة بدون منغصات أو مساكل خاصة أننا قاربنا علي الإنتهاء من رحلتنا بسلام.



ولكن معظمنا يتمني أن نري عراك وقتال هنا بين الخلايا المناعية وأي ميكروب فهذه فرصة لن تواتينا مرة أخري لكي نراها حتي ولو تعرضنا لبعض الأخطار. أنا كل ما أستطيع عمله هو دخول الكبسولة من خلال أبواب أحد الهصاب لكي نزور أحد هذه القلاع العسكرية ونري آثار المعارك كما نفعل مع خط بارليف بسيناء.

دخلت الكبسولة من العقدة واندهش الأطفال بما رأوه ولكن سمعوا أصوات زحف وتراشق وقذائف في أركان ووسط الهضبة التي دخلوها علي التو. إنزعج الطلاب جدا مما شاهدوه فجأة من قتال شرس بين الخلايا المناعية وأحد الكائنات الصغيرة التي تبدوه علي شكل لولب. طمأن المشرف الطلاب وقاد الكبسوله التي يركبوها بجانب الهضبة بهدوء وينتظروا هناك حتي تنتهي المعركة.

ألا يمكن أن نخرج حاليا ياأستاذ من هنا فنحن خائفون أن تتعامل معنا الخلايا كما تتعامل مع الفيروس.

ضحك المشرف قائلا لا تخافوا لأسباب كثيرة ، أهمها أن جسم الكبسولة التي نحن بها مغطاة بمواد تشبة خلايا الجسم تماما ولذلك فلن تتعرض لنا الخلايا المناعية. وحتي لو حدث وأطلقت علينا نيرانا صديقة فلا تخافوا لأن جسم الكبسولة تم صنعه بحيث لا يتأثر أبدا بمنتجات هذه الخلايا المناعية ، هل نسيتم كيف قضيتم وقتا كافيا

للوصول إلي كيفية صنع الكبسولة بحيث لا يتم التعرف عليها أو ضربها. نعم نعم ، ولكن هذه تجربة جديدة ونتمني أن تنتهي علي خير.

أمضي الطلاب ساعتين في الكبسولة وهم يشاهدون هذا فيلم الأكشن بين الخلايا المناعية والخلايا المصابة بالفيروس والذي انتها بالقضاء علي الخلايا المصابة وبها الفيروس تماما وحرق بقايا الجسد والتخلص منها و ذلك بهضمها بالخلايا البلعمية. كانت فرصة لا تتكرر كثيرا لكي يشاهد الطلبة هاذا العراك.

وذهل الطلاب وهم يشاهدون بأم أعينهم ما قرأوه في الكتب قبل هذه الرحله وهو الدقة العالية للخلايا المناعية في الخلايا المثابة بالفيروس دون أن تصيب باقي الخلايا السليمة المكونة لجدران أو أرضية أو سقف هذه الثكنه. ودقة التصويب هذه مهمه للغاية وإلا أصيبت الخلايا السليمة والذي إذا حدث فسوف ينهار سقف وجدران الثكنة وتتجطم الأرضية وتنهار العقدة الليمفاوية كلها علي رأس الخلايا المناعية وتتوقف قدرة الجسم علي حماية نفسه بنفسه مما يصيبه بالمرض الذي قد ينتهي بورم ليمفاوي أو مرض من الأمراض ذاتية المناعة مثل الروماتيد أو السكري أو الذؤبة الحمراء أو تصخم الغدد الدرقية.

وما أن انفص العراك حتي أمر المشرف قائد الكبسولة أن يترك المكان فورا للخارج لأن الخلايا المناعية المتخصصة بدأت تتكاثر وتزداد في أعدادها بصورة مطرده حتي تتمكن من القصاء علي أي خليه مصابة هنا في هذه الثكنه ثم الخروج جماعات للهجرة لأماكن أخري من الجسد للبحث عن أي خلايا مصابة أخري قد يكون الفيروي دخلها وأصابها.

وبالفعل ، ما أن خرجت الكبسوله بثوان حتي خرجت الخلايا المناعية في الآلاف المؤلفة خارج الثكنة بعد أن توفي منها الكثير. أخذت الخلايا طريقها بين الوديان بسرعة خارج الثكنه ورحل الكثير منها خارج العقدة وبقي القليل بداخلها للحراسة والتعامي السريع أذا تطلب الأمر مرة أخري واكتشفت خلايا أخري مصابة.

تسائل الطلاب أين تذهب هذه الخلايا.

علق المشرف ، هي ذاهبة للكبد والطحال والئرئتين في المقام الأول لأن هذه الأماكن هي الأكثر عرضا للإصابة بالفيروس ثم بعد ذلك الي الأنسجة الأخري بالجسم تحسبا لوجود أي خلايا مصابة.

ما أروع الخلايا المناعية يا أستاذ ، فهي تعمل وتقوم بواجبها دون كلل أو ملل وبإخلاص شديد وتفاني حتي أنها تعرض نفسها للموت في سبيل الزود عن الجيد فكما رأينا مات منها المقير وهي تحارب. فعلا يجب أن نتعلم منها كل هذا الإخلاص ، لكم نتمني جميعا الآن أن نكبر ونلتحق بالجيش حتي نفهل كما فعلت الخلايا ومن أجل الله في حماية وطننا مصر الذي يحتاج منا أكثر من ذلك، فنحن الخلايا المناعية لهذا الوطن.

سعيد جدا بتعليقكم وحماسكم يا طلابي الأعزاء ولكن منكم من سوف يكون للوطن كالخلايا المناعية ومنكم من يوف يكون خلايا مخية ومنكم من سوف يخدمه كالخلايا العضلية وهكذا، وأيا كان نوع الخلايا يحب أن يؤدي العمل بجد وإتقان وأخلاص، تماما كما رأيتم بأنفسكم من الخلايا المناعية في مكان صغير كهذا ، وما يجدث هنا يحدث في عقد ليمفاوية أخري بالحسم وفي الطحال وفي تلنخاع وفي الكبد وفي الرئتين وفي كل مكان بهدف واحد وهو حماية الجسد والخلايا الأخري من أي عدوان حتي تتفرغ لأعمالها الأخري المهمة لبقاء وحيوية الحسد.

الفصل الثامن

ما بعد الرحلة

وبزيارة العقد الليمفاوية شعر الطلاب أنهم قد حصلوا علي وجبة دسمة من المعلومات عن الجهاز المناعي علي أرض الواقع. فبعد أن خرجوا من العقد الليمفاوية قرر المشرف أن ينهي الرحلة عند هذا الحد وعدم زيارة الكبد أو الأمعاء كما طلب بعض الطلاب وذلك منعا لحدوث ارتباك في كم المعلومات.

طلب المشرف من عمرو بقيادة الكبسولة في إتجاه الخروج من القلب إلي الرئتين ومنها إلي القصبة الهوائية ثم الحنجرة ثم الأنف. وبالفعل سلك عمرو طريق العودة هذا بأمان وخرج بالكبسولة من الأنف ليجد الخبير الفني منتظرا هناك ملوحا بيديه وعلي شفتيه بإبتسامة عريضة بسبب نجاح الرحلة فقد كان يتابعهم من البداية حتي النهاية علي شاشة التحكم الكبري للقبة..

وما أن خرج الأولاد حتي شعروا بأنهم كانوا في عالم آخر غير الذي يعيشوه في الواقع ، عالم خيالي حتي أن أحدهم صاح بأعلي صوته منتشيا بمجرد إنتهاء الرحلة ، واو الفيلم كان رائع بجد. ورد عليه طالب آخر نعم نعم فيلم خيال علمي وله حلقات. وضحك آخر وقال ليس بخيال علمي ولكن خيال مناعي قام بتمثيله الخلايا المناعية وكان البطل الخلايا التائية القاتلة فهي التي تنهي علي العدو بلا رجعة ، والمنتج نخاع العظم والغدة الثيموسية ، ومشاهد المعارك في العقد الليمفاوية والطحال وبعض الأعضاء الغير مناعية مثل الكبد والرئتين.

ضحك عمرو من هذه التعليقات من زملائه مرددا ، يا شباب إنه ليس فيلم مناعي خيالي ولكن حقيقي يحدث كل فيمتوثانية في أعضائنا كما

يحدث الآن وكل آن. هيا بنا إلي الإستراحة قبل أن تبدأ حلقة الملخص والنقاشات.

بعد إستراحة قصيرة شرب فيها الطلبة عصائر ليستعيدوا نشاطهم وطبيعتهم بعيدا عن ضغوط الجسم، طلب المشرف من الطلبة الذهاب معه إلي قاعة الإجتماعات لعمل ملخص للرحلة وفتح باب الأسئلة.

بدأ الإجتماع بدعابة من المشرف لطلابه ، دعونا نتأكد أننا جميعا هنا ولم ننسي أحد هناك في الكبسولة داخل العقدة الليمفاوية.

ضحك الطلاب علي هذه الدعابة ورد أحدهم ، لا تقلق أستاذنا ولكن أنا نسيت ساعة اليد هناك فهل من سليل أن أذهب لأحضرها.

رد زميله بهدوء العالم المصطنع ، لا لا وإ صديقي لن تجدها فمؤكد إبتلعتها الخلايا المناعية الغير متخصصة وهضمتها ولفظتها.

ضحك الجميع وسعد المشرف بهذه التعليقات والردود التي تنم علي فهم الطلاب للخلايا المناعية وأدوارها.

أشكركم جدا طلابي الأعزاء علي إلتزامكم ببرنامج الرحلة حتي الآن وبمشاركتكم الإيجابية وتعليقاتكم الرائعة هذه. الآن جاء دوري في إعطاء ملخص سريع عن الرحلة و ما تعلمتم فيها من معلومات مفيدة وجديدة

قام المشرف بتلخيص الرحلة وما رآه الطلاب بأم أعينهم من الخلايا المناعية نفسها وهي تتخرك بإنسيابية ونظام من الأوعية الدوية إلي الأعضاء المناعية. وقد أدركتم الآن مدي تخصصية الجهاز المناعي علي مستوي الأعضاء والأنسجة والخلايا.

فعلي مستوي الأعضاء تعلمتم أن الجهاز المناعي عبارة عن نوعين من الأعضاء : النوع الأول أعضاء مركزية وهي التي يحدث فيها تموين ونمو ونضج الخلايا المناعية وهذه الأعضاء تتمثل في نخاع العظم والغدة الثيموسية. وهناك أعضاء أخري مسؤلة عن إحتضان الخلايا المناعية الناضجة عد أن اكتمل تمام نصجها في الأعضاء المركزية.

وعلي مستوي تخصص الخلايا تعلمتم أن هناك نوعين أساسيين من الخلايا المناعية وكل نوع به أنواع أخري. فهناك الخلايا الغير متخصصة بأنواعها المختلفة وهناك الخلايا المتخصصة المسماه بالليمفاوية بنوعيها التائي والبائي ثم أنواع الخلايا التائية نفسها وهي المساعدة والقاتلة. وكل خلية تقومة بعمل مختلف عن الأخري سواء كانت متخصصة أم لا ولكنةفي تعاون رائع ليس فقط بين الخلايا المتخصصة بعضها وبعض كما يظهر في قيام الخلايا المساعدة في تعضيد كلا من الخلايا التائية القاتلة وكذلك الخلايا البائية ولكن أيضا التعاون بين الخلايا الغير متخصصة والمتخصصة.

وعلي مستوي الأنسجة تعلمتم أن الخلايا المناعية تنضج في أنسجة بعينها فكل نوع من الخلايا ينضج في نسيج مختلف فالخلايا البائية تنضج في نخاع العظم علي عكس الخلايا التائية التي تنضج في الغدة الثيموسية. وكذلك الكثير من الخلايا الغير متخصصة ما أنةتخرج من النخاع حتي تهاجر الي أنسجة محددة في الأعضاء المناعية. ليس بحسب تزداد التخصصية أكثر بين الخلايا التائية في الغدة التوتية حيث يتم انتقائها وتميزها في أماكن نسيجية محددة في القشرة ونخاع الغدة.

وكما ترون يا طلابي الأعزاء فإن المهمة النيسية للجهاز المناعي هو الدفاع عن الجسم ضد أي ميكروب حتي آخر خلية مناعية تموت في

سبيل وطنها الجسد الغالي. ولا تعتدي أبدا الخلايا المناعية علي زميلاتها في الأجهزة الأخري بالجسد حتي يبقي الجسد في صحة وأفضل حال. ولا تقوم هذه الخلايا بوظائفها إلا بعد أن تتعلم دروس كقيرة وتنجح في الإمتحانات الصعبة كما رأيتم فيبقي من يبقي ويموت من يمةت.

وهكذا يا أعزائي يجب أن نتعلم من الجهاز المناعي والأجهزة الأخري يالجسد. فكل جهاز يعمل بإخلاص ودقة عالية كما هو مبرمج له ولا يتدخل أي جهاز أبدا في عمل أي جهاز بل يعمل الجنمبع تحت مظلة واحدة إذا اشتكي عضو في أي جهاز إشتكت باقي الأعضاء حتي يتم شفاء العضو المريض. و هكذا يجب أن نفكر في خلق أنفسنا ليس فقط لنتعلم البولوجيا وكبفية عمل أجزاء الجسم ولكن أيضا لنفهم استراتيجية العمل والهدف من العمل وفلسفته في الأداء.

فإذا كانت الأجهزة تعزف هكذا سيمفونية رائعة بألحان راقية ليس فيها نشاذ تماما كالأوريكيسترا فماذا عنا ونحن كل هذه الأجهزة. أدعوكم يا أصدقائي أن تكون نظرتكم في الحياة عموما ولخلقكم خاصة نظرة تأملية تأخذكم إلي أغوار النفس وطبيعة الأشياء حتي يتعود الفكر علي الإبداع والقناعة العقلية وليست النقلية.

ولكن يا أستاذ ليس هناك مخلوق كامل وكذلك الأجهزة التي في أجسادنا وكذلك خلايانا التي تكون أعضاء هذه الأجهزة. فما هي الأخطاء التي قد تقع فيها الخلايا المناعية وينعكس ذلك علي الجيم بالضرر البالغ.

تعليقك في محله ومنطقي يا عزيزي ، بالفعل ليس هناك شيئ تم إكتماله أو معصوم من الخطأ وكذلك الخلايا المناعية في جهاز الشرطة والجيش هذا قد تخطأ أحيانا وإن كان في مرات قليلة ونادرة وسوف أعطي لكم مثالين علي ذلك. المثال الأول هو عدم نجاح أحد الخلايا التائية في دروسها في الغدة الثيموية نجاحا كاملا قبل خروجها منها إلي باقي الجسد وبالتالي فهي قد تتعرف علي خلية جسدية علي أنها خلية ليست من خلايا الجسم نفسه فتهاجمها وتقتلها مما يؤدي إلي الأمراض ذاتية المناعة والتي معناها و كما يعكس إسمها أن الخلايا المناعية تقتل الخلايا السليمة بالجسم بلا سبب . وينطبق ذلك علي الخلايا التائية المساعدة والقاتلة فكلاهما يصيب الجسد بأضرار بالغة.

وكما الحال الذي قد يحدث للخلايا التائية في الغدة الثيموسية ، فقد يحدث سيناريو مشابه في نخاع العظم بحيث تخرج الخلية الرائية من هناك وهي لم تنجح نجاحا كاملا بنسبة ١٠٠٪ مما يؤدي إلي

خروجها وبها نسبة ولو بسيطة من عدم التعرف علي الخلايا السليمة فتهاجمها وتقضي عليها مسببة أنواع أخري من الأمراض ذاتية المناعة. وطبعا أسوأ الحالات التي قد تحدث هي خروج خلايا تائية من الغدة الثيموسية وخلايا بائية من نخاع العظم لم يكتمل نجاحها في دروسها هناك بنسبة ١٠٠٪ فتكون المأساة كبيرة لأن كلا النوعين من الخلايا المناعية سوف يهاجم نفس الخلية السليمة فتكون الطامة الكبري. وكثيرا ما يحدث هذا الفشل المناعي للتعرف علي الذات في مرض إلتهاب المفاصل أو مرض السكري من النوع الثاني ، أو مرض الذؤبة الحمراء وغيرها من الأمراض ذاتية المناعة.

والمثال الثاني لخطأ قد يحدث للخلايا المناعية هو أثناء المعارك بينها وبين الميكروب المختبأ داخل الخلايا المصابة. ففي شدة المعركة وأثناء قيام الخلايا المناعية بقتل الخلية المصابة وذلك بصب مواد كاوية عليها حتي تستطيع أن تقتل الفيروس الكامن فيها، تتشابك بعض أجزاء هذه الخلايا التي ماتت علي التو مع أجزاء من الفيروس وبالتالي يصبح نصفها غريب والنصف الآخر من الذات فيتم التهامه بالخلايا الغير متخصصة والتي تقمو بدورها في عرضه علي الخلايا المناعية المتخصصة لتتعرف علية وتهاجم أي خلية قد تحتوي علي هذه الأجزاء. ونظا لأن نصف هذه الأجزاء موجود بالفعل في بعض الخلايا السليمة فإن الخلاؤا المناعية تقوم بقتلها وهذا سبب آخر

لحدوث الأمراض ذاتية المناعة. و قد نشبه هذا القتل الغير متعمد نتيجة لخطأ مثل النيران الصديقة التي تحدث في الحروب عندما تخطأ الأسلحة وتضرب علي زميلاتها.

إذا معني ذلك يا أستاذ أن عدم قدرة الخلايا المناعية في قتل الورم هو أن الورم في الأصل كان خلية عادية سايمة موجودة في الجسد.

بالفعل يا صديقي ، لقد أصبت كبد الحقيقة ، فهذا هو السر وان كانت هناك اسباب أخري ولكنها تأتي بعد أن أن يكون الورم هرب من الجهاز المناعي وتمكن لنفسه ويفرز العديد من المواد سيئة السمعة المعروفة بقدرتها الفائقة علي إضعاف الخلايا المناعية جميعا وشل حركتها وقدرتها علي الهجوم المسلح.

رائع يا أستاذ ، لقد فهمنا الآن أن السبب في هروب الخلايا الورمية من الخلايا المناعية أساسا ونموها السريع هو ليس بسبب ضعف في الجهاز المناعي فيحسب عليه ولكن هو إلتزام مهني من الخلايا المناعية بألا تتعرض للخلايا التي منشأها من الجسد نفسه حتي لو أصبحت مجنونة مثل الخلايا السرطانية.

بالفعل يا أصدقائي ، هو إلتزام أخلاقي ويدل علي أن الخلايا المناعية قد إجتازت الإمتحانات في الغدة الثيموسية وفي نخاع العظم بنسبة ١٠٠٪ ولكن للأسف الأسباب التي تؤدي الي السرطان هي السبب وليس الخلايا المناعية.

ابتسم أحد الطلاب بخبث ونظر للمشرف قائلا ، إذا معني ذلك أستاذنا أن وجود بعض الفشل في دروس المناعة قد يكون مفيدا في حالة نشوء ورم ، ففي هذه الحالة سوف تقوم هذه الخلايا التي بها نسبة فسل نتيجة لتعرفها علي الذات من التعامل مع الخلايا السرطانية أنها ليست من الذات وتقتلها وهكذا يموت الورم ويختفي.

رائع خبث سؤالك يا صاحب الرؤية السديدة ، نعم كلامك صحيح في حالة إذا نشأ الورم من نفس نوع الخلايا التي فسلت في التعرف عليها الخلايا المناعية ، وبالطبع هذه الإحتمالية ضعيفة، ولكن من يخاطر بوجود خلايا فاشلة فيه تصيبه بالمرض أول ماتتكون بحجة أنها قد تقتل ورما من الممكن ألا يتكون وحتي لو تكون فلا يحدث إلا في سن متقدم. فمع أنك محق إلا أنها مخاطرة كبيرة غير مأمونة الجوانب. ولكن مرة أخري نعم أنت علي حق فرب ضرة نافع.

الحديث شيق جدا يا أستاذ وتحول إلي حراك لكري رائع مما جعلني أخمن أن هناك علاقة عكسية بين حدوث الأورام والأمراض ذاتية المناعة في نفس الفرد. فهل تخميني هذا صحيحا أم مجرد هراء.

بالعكس ليس هراءا بل هي الحقيقة ، ونظيتك تكمل الإستفسار السابق لزميلك الذي أومأ بأن وجود القليل من الخطا قد يكون مفيد ولكن إذا توافقت بالصدفة أن الخلايا المناعية تتعرف علي الخلايا السرطانية علي أنها غريبة عن الجسد. واضح يا شباب أنكم أصبحتم علماء ومفتونين بالجهاز المناعي.

هذه حقيقة يا مشرفنا العزيز ، وحضرتك السبب فأنت ال ي تفتح لنا الأمور وطريقة تحليلها والنظر في أغوارها. ولذلك وتكملة لأيئلة زملائي فقد حضرت لذهني الآن فكرة أو تخمين عن هذه العلاقة بين الخلايا المناعية المسالمة أو الغير مسالمة والخلايا المناعية. فإذا كانت الأخير لا تتعرف علي الخلايا السرطانية إلا إذا فشلت وبالصدفة في التعرف عليها أثناء تلقيها الدروس المناعية ولكنها أيضا من الممكن أن تتعرف عليها وأيضا بطريق الخطأ إذا إختلطت الخلايا السرطانية والتي من المفروض أنها ليست غريبة بأجزاء من الأجسام الغريبة مثل الفيروس ، فهل من الممكن أن نستفيد من هاتين الملاحظتين ونضع شيئا غريبا بطريقة أو بأخري داخل الخلية الورمية

وبالتالي تستطيع الخلايا المناعية المسالمة أن تتعرف عليها كجسم غريب، هل هذا ممكن بأن نحول الخلية الذاتية إلي خلية غريبة لنسخل الأمر علي الخلايا المناعية في الهجوم علي هذا الخلايا الرهيبة والتخلص منها قبل أن تستشري في الجسد كله وتقضي عليه. هل هذا ممكن أستاذي.

ما أروع تفسيراتك وتحليلاتك وربطها بعضها البعض يا بني ، فقد وصلت بفكرك المبدع والتحليلي هذا إلي ما قد وصل إليه العلماء في هذا المجال منذ عشرة سنوات فقط. أهنئك علي تفكيرك العبقري هذا وجوابي اليك هو نعم وقد حدث بالفعل ونجحت المحاولات بصورة كبيرة وأصبحت هذه النظرية هي الأساس في ما يسمي العلاج المناعي للأورام وهو إتجاه جديد وواعد في حث الجهاز المناعي بطرق مختلفة في التعرف علي الخلايا المناعية كخلايا غريبة وليست ذاتية. وأضيف إلي ذلك أو الدليل علي صحة نظريتك العلمية هذه أن الأورام التي تنشأ بسبب عدوي فيروسية يكون من السهل علاجها بالخلايا المناعية والتي تتعرف علي الورم بسهولة بسبب وجود الفيروس فيها.

وهل تنطبق نفس الحالة علي الأورام التي تسببها العدوي بالبكتيريا ، فهي أيضا غريبة .

ملحوظة ذكية وإستفسار أساسه علمي الإجابة عليه تنقلنا إلي المقارنة بين العدوي البكتيرية والفيروسية للخلايا. ومع أن الفروق كثيرة إلا أن الفارق الجوهري هو أن الفيروس له القدرة علي دخول النواة والتمكن منها وإزاحة جسده وسط الجينات هناك حتي يصبح واحد منها و الذي يساعده علي ذلك هو أن الفيروس نفسه ما هو إلا مجموعة جينات وبالتالي سهل أن يضع نفسه بين جينات الخلية. ولذلك فعند تكاثر الخلية يتكاثر معها جسم الفيروس وبالتالي تصبح كل خلية متفيرسة كما يقولون متكهربة . ويقوم الفيروس بعمل ذلك حتي يضمن لنفسه حالة كمون طويلة ومخبأ ينشط منه أينما أراد وعلي مستوي عريض من الخلايا. ولا تنسوا أن لجوء الفيروس إلي هذه الحيلة القذرة للأسف يدفع الخلية إلي الشذوذ وتتحول إلي خلية سرطانية بسبب تغيير تركيبها الجيني ووقوعه تحت تأثير جينات الفيروس اللعين.

أما البكتيريا يا شباب فمختلفة تماما وذلك لأنها خلية كاملة بل يزيد عليها وجود جدار خلوي فلا تستطيع أن تغزوا النواه وتتمكن منها بل تبقي في السيتوبلازم لتتكاثر هناك حتي تموت الخلية التي بها البكتيريا ولذلك فعندما تتكاثر الخلايا السرطانية لا تتكاثر معها البكتيريا بل فقط من الممكن أن تنتقل إليها.

تدخل طالب آخر بحماس وبصوت جهور كله ثقة ، إذا إذا كان الأمر كذلك يا أستاذ فأنا أظن أنه من السهولة التحم في الخلايا السرطانية وتحويلها من خلايا ذاتية إلي خلايا غريبة أيا كانت منشأها من فيروس أو بكتيريا أم لا. فكا يقول المثل إذا عرف السبب بطل العجب.

بضحكة حانية علي ثقة الطالب وحماسه رد المشرف إذا أخبرني وكلي آذان صاغية لطريقتك في إبطال العجب يا عزيزي.

الموضوع ببساطة أستاذي ممكن تلخيصه في حقن منتجات من الفيروس أو البكتيريا الغير معدية داخل الورم نفسه حتي تتكاثر فيه ولكن لا تتسبب في أي عدوي وبالتالي يصبح الجهاز المناعي بلا حجة في التعرف علي الورم كجسم غريب ويقوم بمهمته. أليس هذا حلا سحريا يا شباب كما قلت.

زادت ضحكة المشرف ومعه الطلاب بطريقة زميلهم الواثق من نفسه. لديك كل الحق وبالفعل أسلوب رائع ومؤثر وهذا ما يحدث الآن وتم بالفعل تصميم العديد من اللقاحات المبنية علي إقتراح هذا الذي أحييك عليه ، و بالمناسبة أنصحك يا عزيزي أن تستمر علي تفكيرك هذا

وتعمل بعد تخذجك في شركات تصنيع الأدوية فسوف يكون لك مستقبل ممتاز.

هذا ما أتمناه فعلا يا أستاذ لأني أعشق التراكيب الدوائية منذ صغري عندما كنت أشاهد والدي يفعل ذلك بسهولة في الصيدلية.

وفقكم الله يا طلابي الأعزاء ، وكم أنا فخور بكم وبفكركم الراقي العالي المستنير الذي يستطيع أن يحلل ويدبر وي بط الحقائق بالملاحظات ليخرج بفرضيات علمية علي جانب عالي من الأهمية العلمية، بالفعل فخور بكم. وكفي نقاش الآن وأراكم لاحقا بعد استراحة قصيرة لفتح باب النقاش ولا تنسوا أن تدونوا كل هذا الملاحظات في نوتة المعسكر التي معكم.

إلي اللقاء يا أستاذنا الرائع

الفصل التاسع

ابداع الخلايا المناعية

أحلى بكم مرة أخري لدائرة الاجتماعات, والآن النقاش مفتوح لآي أسئلة أو إستفسارات.

سأل أحد الطلاب هل الخلايا المناعية في كل منا متشابة في العدد والنوع والوظيفة أم أن كل منا له خلاياه المناعية الخاصة بها ببصمة مختلفة.

سؤال رائع يا عزيزي وللإجابة العمليه عليه أنصحك أن تصمم برنامج آخر مشابه لبرنامج رحلتنا ولكن عليك أن تصمم خلية مناعية علي أنها منك ثم تحقنها في جسد أحد زملائك وتتبعها وتري ما يحدث لها. ما ا تتوقع أن تجد إذا ما قمت بعمل ذلك.

أعتقد أستاذي أن الخلية المناعية مني سوف تذهب مباشرة من الدم إلي الطحال والعقد الليمفاوية والكبد والرئتين دون الحاجة إلي النصج في نخاع العظم أو الغدة الثيموسية نظرا لأنها نضجت في جسدي. ولكن لا أدري ما إذا كانت سوف تقابل بترحاب هناك في الجسد الجديد أم لا.

رائعة إجابتك وعلمية جدا وتطرح سؤال تمت الإجابة علية من العلماء بعد يلسلة طويلة من التجارب علي حيوانات التجارب وعلي الإنسان. وبسبب هذه الأبحاث حصل ثلاث من العلماء علي جائزة نوبل للسلام.

معقول أن سؤالي هذا كان السبب في الحصول علي جائزة نوبل ، واو ، معني هذا أن تفكيري علي مستوي نوبل.

طبعا ، الأسئلة التي تأتي من غير المتخصصين عادة تكون كذلك خاصة إن لم يكن قد تمت عليها الإجابة من قبل. ولذلك فأنا أحب جدا أن أتحدث علميا مع غير المتخصصين ولكن بلغة غير علمية لعلي أجد أسئلة كبيرة ممكن الإجابة عنها. وللإجابة علي سؤالك المهم هذا ، نعم تتشابه الخلايا المناعية في النوع والشكل والحجم والوظيفة وان إختلفت والأعداد قليلا من شخص إلي آخر. ولكن الفارق الجوهري هو أن الخلايا المناعية في كل منا لها بصمة خاصة تختلف عن من شخص إلي آخر تماما مثل بصمة الأصابع وبصمة العين وبصمة الحامض النووي الموجود بنواة كل خلية.

وما معني هذا يا أستاذ ، هل معناه أن خلاياك المناعية تتعرف علي خلاياي المناعية كجسم غريب.

بالطبع يا عزيزي ،وسوف تشتبك معها ويدور عراك سوف يؤدي إلي موت إما خلاياك أو خلاياي و تتوقف درجة هذا العراك علي درجة الإختلاف في البصمة.

رد أحد الطلاب ولكن با أستاذي تم نقل دم من أحد أقاربي إلي عمي المصاب بسرطان الليوكيما. الأسبوع الماضي وحالت الآن أفضل مما قبل نقل الخلايا له ، فلماذا لم تتعارك خلايا عمي وخلايا قريبة.

ومن قال أن الخلايا لم تتعارك ، مؤكد تعاركت و لمنع هذا العراك مؤكد الأطباء قاموا بعلاج عمك بمواد معينة لتشل وظيفة الخلايا المناعية عند عمك مؤقتا حتي تنتشر وتتمكن خلايا قريبه في الأعضاء الليمفاوية وتتعود عليها خلايا عمك والتي هي بالطبع ضعيفة بسبب السرطان.

نعم ، أتذكر هذا ما حدث تماما حيث تم علاج عمي قبل نقل الخلايا إليه و لفترة بعد النقل لدرجة أن الأطباء نصحونا ألا نزوره لأنه في وقت حرج من العلاج. وأتذكر أن البحث عن متبرع لنخاع العظم كان أمرا عسيرا لست أدري لماذا.

كان عسيرا لأن الأطباء لا يستخدموا النخاع من أي متبرع ، فالتبرع له قواعد. أولا أن تكون درجة التشابه في بصمة الخلايا المناعية كبيرة حتي لا يكون العراك كبير. ثانيا أذا بكون المتبرع لا ؤعامي من ورم أو عدوي فيروسية.

تحمس طالب آخر وسأل ، ولكن لماذا يتم نقل النخاع وليس الدم مع أن الحصول علي النخاع من العظم مؤكد مؤلم ويحتاج تخدير عام وطبيب محترف.

حقيقة أنا فخور جدا بأسألتكم يا طلابي الأعزاء ، وسعيد جدا أن الرحلة داخل الجهاز المناعي جعلتكم تفكروا بهذا الأسلوب العملي. فسؤالك رائع جدا والإجابة عليه من قبل العلماء أدي إلي إنشاء مصانع أدوية كبيرة لتصنع دواءا محددا تم إكتشافه أثناء إجراء التجارب.

رد طالب آخر بحماس شديد واضح أن ذكر كلمة مصنع أدوية جذبته ، معقول يا أستاذ ، هل من الممكن أن يؤدي البحث العلمي إلي إنشاء مصلنع بهذا الحجم ، أرجوا أن تخبرنا عن هذا الإكتشاف.

بالطبع ، الهدف الأول للبحث العلمي هو الكشف عن معارف جديدة أو فهم معارف معلومة ثم الإستفادة من هذه المعارف لخدمة الإنسان في جميع المجالات. عموما هذا موضوع مهم ويحتاج محاضرة خاصة ولكن لضيق الوقت دعوني أعود لسؤال زميلكم عن لماذا يستخدم النخاع وليس الدم في نقل الخلايا المناعية لمرضي سرطان الدم.

السبب ببساطة هو وكما رأيتم أثناء رحلتكم إلي نخاع العظم أن هذا النسيج يحتوي علي الكثير من الخلايا الناشئة التي تسمي الخلايا الجذعية التي لها قدرة كبيرة في التحول الي جميع أنواع الخلايا المناعية وبالتالي يصمن الأطباء تكوين كل أنواع الخلايا المناعية المتخصصة والغير متخصصة لتحل محل خلايا المريض المنهكة بفعل السرطان.

عاد الطالب للسؤال مرة أخري ، ولكن ما هو الإكتشاف الكبير الذي أدي إلي إنشاء مصانع أدوية لإنتاجه.

إبتسم المشرف ملوحا له ، حاضر حاضر يا سيدي واضح أن هذا الموضوع استهواك.

جدا جدا يا أستاذ فأنا أحب جدا ربط التجارة مع كل الأمور.

إذا أنت مشروع رجل أعمال يا صديقي ، ولكن ليت هذا الربط بكون علميا. عموما الإكتشاف هو مادة كيمائية يصنعها الجسم نفسه أثناء ظروف معينة تدفع هذه المادة نخاع العظم إلي تكوين أعداد كبيرة من الخلايا الجذعية تصل أحيانا إلي عشرة أضعاف أعدادها في الحالة العادية. وليس هذا فقط بل تهاجر الخلايا الجذعية الجديدة من النخاع إلي الدم بعد ثلاث إلي خمسة أيام من حقنها.

رائع أستاذ ، هذا بالفعل إكتشاف كبير جدا معناه أننا نستطيع وبسهولة الإعتماد علي الدم وليس النخاع في عملية نقل الخلايا من متبرع إلي مريض وبالتالي يتجنب المتبرع مشاكل الحصول علي عينة من نخاعه.

فعلا أصدقائي ، والأهم من ذلك أن الخلايا الجذعية التي تم تركت النخاع وسكنت الدم هي خلايا جديدة تماما وغير منهكة وبالتالي ممكن أن يكون المتبرع هو المريض نفسه لأن نخاعه في هذه الحالة أصبح الي حد كبير جديدا.

فعلا إكتشاف رائع بكل المقاييس ويستحق مصنع كبير لتصنيع هذه المادة علي هيئة دواء. ولكن ما الفارق بين نقل الدم في حالات مرضي الأنيميا ونقل الدم أو النخاع في حالات مرضي السرطان.

الفارق كبير ، ففي حالات الأنيميا المطلوب فقط هو كرات الدم الحمراء وليس البيضاء ، ولذلك يتم فصل الخلايا الحمراء وهي موجودة بكثرة في الدم عن البيضاء ثم حقنها في المريض.

ولكن لماذا لا يتم حقن الدم كله بدلا من الخلايا الحمراء فقط.

لسببين مهمين جدا. السبب الأول وكمل قلت أت مريض الأنيميا لا يحتاج كرات الدم البيضاء وبالتالي تنقل خلايا الدم الحمراء فقط وبكميات كبير. السبب الثاني وكما نوهت منذ قليل هو تجنب حدوث معارك بين الخلايا المناعية بدم المتبرع مع. المريض.

وهل هذا معناه يا أستاذ أن تلخلايا الحمراء ايس لها بصمة مثلها مثل الخلايا المناعية ، وبالتالي هي لا تتعارك.

لا يا صديقي الصغير من قال هذا، بالعكس كرات الدم الحمراء لها بصمة ، وهي بصمة بالطبع مختلفة عن بصمة الخلايا المناعية تماما و لذلك فعندةتقلها يحدث عراك ولكن ليس بينها وبين كرات الدم الحمراء في المريض ولكن يتم التعامل معها من قبل الخلايا المناعية في المريض علي أنها أجسام غريبة ويتم تكسيرها علي الفور. ولمنع ذلك يتم الكشف عن بصمة المتبرع والمريض قبل نقل الدم والذي لا يتم إلا إذا كانت بصمة كرات الدم الحمراء في المتبرع والمريض متطابقة تماما. ولحسن الحظ فتشابه بصمات ك ات الدم الحمراء تتكرر كثيرا بين الناس لأنهل بسيطة وغير معقدة ولا يوجد منها أنواع كثيرة وذلك علي عكس بصمة الخلايا المناعية التي تختلف إختلافا كبيرا بيننا ما عدا بالطبع التوائم المتشابهة.

أعتقد أني أدركت الآن يا أستاذي أن بصمة كرات الدم الحمراء هي فصائل الدم.

فعلا هي كذلك بأنواعه الأربعة : A, B , AB, O

والآن سوف أطرح عايكم سؤالا عاما وأتمني أن أتلقي إجابات غير تقليدية و سوف أمنح صاحب أفضل إجابة تذكرة سينما وكتاب علمي ورواية علي حسابي الخاص.

تشوقنا للسؤال يا أستاذ فكلنا جوعي لهذه الدعوة المجانية.

ضحك المشرف وهو يضع يده علي محفظته كدعابة ، بالطبع أتمني ألا تتعدد الإجابات لأن مافي المحفظة لا يكفي. السؤال هو وببساطة : كيف و من وجهة نظرك أن توظف المعلومات التي تعلمتوها في الرحلة إلي الجهاز المناعي؟ ولأن السؤال قد يحتاج إلي بعض الوقت للتفكير فسوف أترككم سويا في فاصل لمدة 15 دقيقه ثم نعاود لسماع الإجابات الغير عادية. وابتسم المشرف وهو يغادر القاعة وملوحا بيده ، ونسيت أن أخبركم أني سوف أطلق علي صاحب أفضل إجابة مستر نوبل.

تحولت القاعة بسبب هذا السؤال إلي قاعة نقاش بصوت عال وبأصوات مختلفة ، فهناك بعض الطلاب الذين اشتركوا سويا محاولين إيجاد إجابة معقولة و هناك بعض الطلاب اللذين بقوا

بمفردهم في حالة تأمل في البحث عن إجابة. وبالطبه الكل يتمني أن يكون مستر نوبل وأن ينال شرف دعوة المشرف علي الغذاء.

إيه يا طلابي الأعزاء ، انتهت العثر دقائق وحان الآن سماع إقتراحاتكم الغير عادية ، بمن نبدأ.

رد عمرو ، بصفتي قائد الفريق ، أقترح يا أستاذ أن يكتب كلا منا إقتراحه في ورقة ويعطيها لك ثم يقوم كل منا بسرح إفتراحه أمام الجميع.

ولماذا ذلك يا عمرو. هل حدث شيئ في غيابي.

أبدا يا أستاذ، بالعكس الكل متعاون ولكن فقط احفظ الملكية الفكرية ، فمن يدري فيجوز أحد منا يستفيد من فكرة تناقش أمامه فيأخذ منها ويضيف إليها دون أن يدري.

فعلا يا عمرو ، فكرة ممتازة وتحفظ حق صاحب كل فكرة وتحقق قانون الملكية الفكرية.

جمع عمرو قصاصات الورق من الطلاب بعد أن كتب كل طالب إسمه علي الورقة الخاصة به ثم أعطاها للمشرف.

هذه هي أفكاركم أمامي والتي من الواضح أن بعض الطلاب كونوا مجموعات من إثنين أو ثلاث لإقتراح الأفكار ، عموما لا بأس والذي يسعدني كما أري أن الأفكار مختلفة عن بعضها البعض.

الفكرة الأولي تدور حول إضافة درس لمنهج العلوم عن جهاز المناعة لطلاب المرحلة الإبتدائية علي أن بكون بصروة مبسطة جدا. فليقم صاحب الفكرة في شرح المزيد لو أراد.

قام أحد الطلاب لشرح فكرته بتحمس وأضاف أن طلبة الإبتدائية خاصة السنوات الأولي يجب أن يكونوا علي دراية بأساسيات المناعة من أجل الحفاظ علي هذا الجهاز الذي لا يكل عن العمل والدوران داخل الجسم لمنع أي عدوي ميكروبية ، فيجب علي الأطفال معرفة ذلك لمساعدة هذه الخلايا بإتباع سلوكيات تقلل من العدوي وتزيد من المناعة وخاصة النوم ونوع الأكل والشرب وعيرها.

ما رأيكم في هذه الفكرة يا فريق المناعة.

رد الجميع فكرة ممتازة ونتمني أن يتم تنفيذها خاصة أن المدارس في الدول الأخري تقوم فعلا بذلك كما درس بعض منا أثناء وجوده مع أسرته ببعض الدول الغربية.

رائع ، الفكرة الثانية عن كتابة رواية عن الجهاز المناعي. فليقم صاحب الفكرة في شرحها ، كما أري هنا هم ثلاث طلاب.

ما شاهدناه أثناء رحلتنا يا أستاذ جعلنا نري الجسم كدولة كبري لها حدود ولها محافظات وهي الأجهزة المختلفة مثل الجهاز الهضمي والدوري وغيرها وكل محافظة لها مراكز وهي الأعضاء التي يتكون منها كل جهاز وكل مركز مكون من عدة مدن وهي الأنسجة المختلفة التي تكون كل عضو والخلايا هي المواطنون اللذين يعيشون في هذه المدن والقري والنجوع والحارات. ومن بين كل هذه الأجهزة وجدنا الجهاز المناعي هو جهاز القوات المسلحة هو الجيش هو قوة النظام الذي يحافظ علي الحدود ويمنع أي إنقلابات داخلية. ولذلك فقد أعجبنا بهذا الجهاز جدا واحترمناه وقدرناه ونريد أن نكتب روايه عنه

يمثلها فنانون كبار لعل الناس العادية تستطيع أن تعرف هذا الجهاز الرائع وعن قرب.

ما رأيكم في هذه الفكرة يا فريق المناعة ، هل يستحق الجهاز فعلا كتابة رواية عن دوره كبوليس وجيش الشعب.

طبعا موافقون فالفكرة ممتازة ومختلفة وجديدة ، والمهم هو أن نجد من يوافق علي تبني إنتاجها وتمثيلها بدلا من الأفلام والروايات الهابطة. وأضاف أحد الطلاب ، وبشرط أن نلعب نحن أدوار البطولة.

ضحك المشرف من هذا التعليق وأضاف بالطبع بالطبع وسوف أكون أنا البطل الرئيسي بالطبع. حسنا فلننتقل إلي فكرة أحد الزملاء وهي عن إستخدام الجهاز المناعي في الكشف عن هوية الشخصية. فليتقدم صاحب الفكرة اشرحها لو أراد.

فكرتي تعتمد وببساطة شديدة علي تخصصية الخلايا المناعية التي تؤدي بها دورها بإتقان شديد يعطي لكل خلية بصمة لشخصيتها التي تميزها عن شخصية الخلايا المناعية الأخري. فهناك الخلايا المتواضعة جدا والتي تتعامل مع أي جسم غريب وهي الخلايا

البلعمية المحببة والتي عادة ما تلقي حتفها بعد المعركة. وهناك الخلايا التي تبتلع الجسم الغريب ثم تقطعه قطعا صغيرة وقطعا أخري أكبر ثم تحملهم علي سطحها لعرضهم إلي الخلايا المناعية المتخصصة سواء كانت البائية أو التائية بنوعيها المحلل للعدو والمساعد. و هناك بصمة مميزة جدا لشخصية الخلايا التائية المساعدة وهي مساعدة كل أنواع الخلايا في أوقات الشدة.

والبصمة المميزة جدا هي لتلك الخلايا التائية المحللة وهي التي تقتل وتحلل الجسم الغريب بشروط صارمة منها تقديم أجزاء صغيرة من الميكروب لها لتجسه أولا قبل أن تقتل الخلية المصابة بالميكروب ومنها شرط تقديم العون من الخلية التائية المساعدة. إذا هذه الخلية ذات شخصية برجوازية ومتعجرفة خاصة أنها لا تقبل التعامل أبدا مع الميكروبات نفسها مهما كانت الظروف بل فقط مع الأجزاء الصغيرة منه علاوة علي أنها لا تقبل أن يتم نضجها مع باقي الخلايا المناعية بل فقط في الغدة الثيموسة ولا ترضي بأن يكون هناك أعداد كبيرة منها بل أعدادها نصف عدد الخلايا التائية المحللة بالرغم من أن كلا النوعين ينضج سويا في مكان واحد وهو الغدة الثيموسية.

وعلي العكس من ذلك ، فبالرغم من علو مرتبتها وتخصصها تقبل الخلايا البائية علي نفسها أن يتم نضجها في نخاع العظم جنبا إلي

جنب مع اذخلايا الغير متخصصة علاوة علي أنها تتعامل مع الميكروب في أي صورة سواء كان الميكروب بالكامل أو جزء منه كبير أو صغير. وزد علي تواضعها هذا أنها تقبل وبكل صدر رحب أن تقوم بوظيفة الخلايا العارضة لأجزاء من الميكروب إلي الخلايا التائية ، يعني تقوم بعمل كل شيئ والتعامل مع أي شيئ. إذا كل خليه لها بصمتها الشخصية ومن هنا جاءت فكرتي في الكشف عن هوية شخصية أي إنسان بناءا علي إختياره أن يقوم بدور خلية مناعية محددة.

نظرة فلسفية رائعة لا تغيب علي عقل مردع ، ولكن كيف يتم ذلك علي أرض الواقع ومعظم الناس لا تدري شيئا عن طبيعة ووظيفة هذه الخلايا.

أتفق معك أستاذي ولكن الأمر ببساطة ممكن تنفيذه علي أرض الواقع إما يدويا أو إلكترونيا. يدويا بعمل كروت مثل كروت الكوتشينة يكتب علي أحد وجهيها إسم الخلية المناعية ورسمة لشكلها والوجه الآخر معلومات عن الخلية تشمل مكان نشأتها ونضجها وأعدادها ووظيفتها وخلافه. وتعرض كل أوراق الكوتشينة علي الشخص ليقرأها بتروي ثم يختار كارت واحد فقط ليس إلا. وبالطبع الكارت الذي يختاره يدل علي شخصية الخلية المنلعية وبالنالي علي شخصة الإنسان نفسه.

وإلكترونيا عن طريق تصميم برنامج يتم فيه إدخال جميع البيانات عن الخلايا المناعية طرعا بصورة مبسطة مع إعطاء إسم حركي لكل خلية بحيث لا يؤثر الإسم عفي الإختيار. ثم يتم تصميم مجموعة من الأسئلة المتعاقبة تماما مثل ما يحدث في إختبارات الكمبيوتر المعروف بإختبار ICDL يمكن من خلالها الوصول إلي مواصفات الخلية التي يفضلها المستخدم وبالتالي الإستدلال علي شخصيته.

رائع ، فكرة رائعة وعملية وان كانت تحتاج إلي تطوير عملي. والآن فلننتقل إلي الفكرة الأخيرة أمامي والخاصة بتدريس الجهاز المناعي لطلبة الكليات العسكرية وجنود الجيش. فليأتي صاحب الفكرة لعرضها لنعرف ما وراءها.

فكرتي بنيتها علي المعلومات التي حصلت عليها من القراءة ومن رحلتنا إلي الجهاز المناعي وما وجدته من إخلاص منقطع النظير وتضحية من جنود الجهاز المناعي دون إنتظار أي مقابل. وما شدني أكثر هو التدريب الدقيق بمراحله وتوقيتاته وأماكنه ومعداته بحيث لا يخرج من مراكز التديب للكتائب العسكرية إلا من تدرب جيدا وتعلم تكنيكات التفرقة بين العدو والصديق بمهارة حتي لو أدي ىلك الي إستبعاد الكثير من الخلايا.

وشدني أكثر أن الخلايا التائية تتعامل مع منتجات العدو أولا قبل أن تقتل الخلايا التي يحتلها العدو حتي يكون متقنا في تصويبه ولا يخطأ عدوه بالإضافه أن هذه المرحلة كمركز التديب العسكري أو المناورات الحية. ولذلك فلو تم تدريس الجهاز المناعي بمكوناته ووظائفه بطريقة عيكرية فسوف يكون له أثر كبير في بث روح الإنتماء والإخلاص والنظام و التعاون والتضحية بين الجنود بتعلمهم هذه الصفات من الخلايا التي تجري في دماءهم.

فكرة رائعة تحتاج إلي كاتب مبدع ليخرج هذه التصورات العسكرية في مجموعة دروس.

والآن وبعد أن تعرفنا علي أكاركم المبدعة دعونا نصوت بيننا لنختار فكرة واحدة لتنال الجائزة. وأقترح أن يتم التصويت في سرية تامة. وسوف أوزع ورقة علي كل منكم مكتوب في كل منها قائمة بالأفكار الخمس ليتم إختيار فكرتين علي أن تحدد إحداهما لتكون الأعلي درجة وبشرط ألا تكون فيهما الفكرة الخاصة بالطالب نفسه. والآن فلتقم يا عمرو بتجهيز هذه الأوراق وتوزعها علي زملاءك.

جمع عمرو الأوراق وأعطاها للمشرف الذي بدأ يرتب الرغبات بعناية حتي أنهي ترتيبهم وأصبح مستعدا لإعلان النتيجة بالفائز. واصح أن جميع الأفكار نالت إعجاب الجميع ولكن هناك فكرتين اتفق عليهما الجميع فما رأيكم يا شباب في هذا المأزق الكبير.

يا أستاذ عزومتين ليسا بكثير عليك فلتطلق الجائزة للفكرتين طالما هما متساويان في الدرجات وكان الله في عون جيبك يا أستاذ. ولكن ما هما الفكرتين ، نحن في شوق.

الفكرتين إحداهما الخاصة بإستخدام مكونات الجهاز المناعي للكشف عن طبيعة الشخصية والأخري عن تدريس الجهاز المناعي بطريقة عسكرية لطلاب الكليات العسكرية والجنود. وبالطبع أنا متفق معكم تماما وصوت مثلكم لهما مع جمال الفكر الأخري التي سوف تخدم هاتين الفكرتين. نادي يا عمر علي أصحاب هذه الأفكار لنلقي علبهم أنا وأنت وشاح مستر نوبل والكتب التي وعدت بها ثم دعوتي للغذاء بعد ذلك.

إلتقط الخبير الفني الذي حضر حفل إستلام الجوائز والذي كان يعيدا جدا بفكر الفريق ككل وقام بإلتقاط الصور التذكارية ليحتفظ بها في القبة وعليها توقيعات الطلبة والمشرف. كان الحفل جميلا وأنيقا.

الآن يا عمرو بعد أن أنهينا جميع خطوات الرحلية من جانبي وجانبكم بقي لنا المرحلة الأخيرة وهي كتابة تقرير عن رحلتنا يحوي أسماء الفريق وإيم المشرف والقائد والفكرة والسبب في إختيارها وكيف تم تنفيذ الفكرة ثم النتائج ثم التحديات التي واجهة تنفية الفكرة ثم الطرق التي قمتم بإستخدامها للتغلب عليها ثم الدروس المستفادة للفريق خاصة والمعسكر ككل ثانيا وفي محال العلوم ثالثا. وعليك يا عمرو أن تحصر أيضا عرض عن الرحلة بالصور لتقديمه بنفسك في اليوم الختامي أمام الجميع. وأستطيع أن أبشركم أن هناك فرصة مبيرة لتفوزوا بجائزة أفضل فريق وهي الجائزة الكبري.

أعتقد أن إجتماعنا اليوم معيك أستاذي مرتين لعرض الملخص عن الرحلة والمناقشة المفتوحة ثم الأفكار التطبيقية من الزملاء وتقييمها سوف تجعل كتابة التقرير وكذل عرض مجموعتنا أسهل بمثير عما كنا نتوقع وأعتقد أن فريقنا سوف يكون علي الأقل من أفضل الفرق علي الإطلاق في المعسكر وما علينا إلا لنستعد للحصول علي الجائزة.

لا تطمأن هكذا يا عمرو فهناك فرق أخري ممتازة سوف تنافس فريقكم علي الجائزة ولذلك يجب أن تفكر في أسلوب مميز لكم أثناء تقديم العرض ليكون مفاجأة للحضور وفريق التحكيم .

إقتراح ممتازة أستاذي لم أفكر فيه من فبل ولكن حضرت لي فكرة الآن بنيتها عي فكرة كتابة رواية عن الجهاز المناعي التي إقترحها بعض الزملاء من المجموعة.

وماهي هذه الفكرة يا عمرو حتي يستطيع زملاءك مياعدتك في تنفيذها.

الفكرة تتلخص في أن يقوم أعضاء الفريق بتمثيل الخلايا المناعية أثناء العرض الذي سوف أقدمه علي أن يرتدي كل فرد من الفريق زي بشكل الخلية ومكتوب عليه اسم الخلية وعندما أتحدث عن خلية من الخلايا الغير تخصصة تخرج الخلية لتقدم نفسها بالتقصيل وهكذا حتي أقدم كل الخلايا. ما رأيكم يا أصدقاء في هذه الفكرة.

الفكرة جميلة يا عمرو جدا وسوف تكون أجمل لو بدأنا العرض الخاص بنا بأغنية عن الجهاز المناعي نشارك فيها جميعا.

رائع يا أولاد ، كل من لكرة عمرو وفكرة الأغنية سوف تعكي طعم لذيذ للحضور وسوف تمثل مفاجأة لفريق التحكيم. فليستعد الجميع للتنفيذ وعمل بروفة نهائية للإطمئنان علي كل شيئ وذلك بعد أسبوع من الآن.

حسنا يا مشرفنا العزيز ، كل شيئ مرتب وكلنا في شوق ليوم العرض الكبير ولنعطي لفيفنا إسم "الفريق المناعي" ولنجعل الخلية البائية هي شعارنا لأنها تقوم بعمل كل شيئ بإتقان وبتواضع ، فشعارنا هو العلم والتواضع وسمف نحيط علما للفريق يحمل إسمه وشعاره.

حسنا يا شباب ، الله معكم ودعواتي بالتوفيق ونتقابل بعد أسبوع من الآن.

الفصل العاشر

الفريق المناعي و جائزة التميز

اليوم رائع، الشمس ساطعة منذ الباكر إشراقتها جميلة ومبهجة وضاحكة كأنها تبارك المكان وتعقمه من كل الميكروبات التي تسول لها نفسها أن تهاجم هؤلاء الصبيا المنشغلون في الترتيب للإحتفال بهمة ونساط وحركة دؤوبة لا تنقطع. والسماء كلها زرقاء كلها صفاء ترسل تحياتها من فوق وتبعث سلاماتها لتحضن هؤلاء الصبية الذين يبدوا عليهم روح التنافس تملؤه الإبتسامات. والأرض فسيحة تحتضن الأقدام فوقها وتعطرها بثراها الذي تدق حباته مع دقات قلوب الصبايا.

الصبية والصبايا تروح وتجيئ في الإعداد لهذا اليوم الهام ، اليوم الختامي للمعسكر السنوي الذي شارك فيه أكثر من عشرة فرق في موضوعات مختلفة ولكن كلها في العلوم. والفرق كلها تتنافس للفوز بالجائزة الكبيري التي سوف يتم إعلانها اليوم. فهناك من يعدوا ويحمل علي كتفيه ماكيتا لصاروخ كبير ، وآخر يحمل ماكيتا لموتور سيارة ، وآخ يحمل قمرا ماكيتا يحمل صناعيا ، وصبية تحمل ماكيتا لشجرة ضخمة وأخري تحمل ماكيتا لماكينة غسيل الكلي وأخري لجهاز أشعة وأخري لخلية شمس وهكذا حتي بدا المكان وكأنه معمل كبير لكل منتجات العقول المتحمسة.

لم يكن لدي الفريق المناعي ماكيتا لجهاز أو إختراعا خاصا بهم ليعرضوه كباقي الفرق ولكن كانوا يحملون علما عليه شعار الفريق وإسمه بالإضافة إلي الفلاشا التي مع عمرو وفيها عرضه العلمي. بعد فترة من حركة الطلاب يمينا ويسارا وذهابا وعودة بدأت عروض الفرق تضح في المساحة المخصصة لكل فريق لعرض إنتاج معسكرهم للجمهور والمحكمين والطلاب الذين لم يشاركوا في المعسكر. وبدا المنظر علميا مبهرا يدل علي مجهود كبير وراء هذا التنسيق الرائع . وكان رقم الفريق المناعي رقم ٦ في ترتيب المعارض التي تم ترتيبها علي شكل نصف دائرة تتوسطها منصة خاصة للمحكمين وأمام كل ذلك تراصت كراسي للضيوف والجمهور والطلبة.

وقف أفراد كل فريق في مساحة المعرض الخاصة به والبوستر الخاص بأنشطة المعسكر يتوسط مساحة العرض وعليه المعلومات الكاملة عن فكرة المعسكر والهدف منها. وأمام هذا البوستر يوجد أي أجهزة متعلقة بالمعسكر بما فيها الماكيتات.

بدأ الجمهور يتوافد إلي الساحة ويتنقلون ليتعرفوا علي كل فريق والعرض الخاص بها وتوجيه أسئلة لاعضاء الفريق والذي يرد بدوره عليهم لتوضيح أي استفسارات. بدا الكل سعيد بما يروه من إنجاز

وكانت السعادة تبدوا أكثر علي وجوه الآباء وهم يتفحصون إنتاج أولادهم ويسمعون منهم تعليقات ومعلومات علمية متقدمة جدا بطريقة مبسطة ومفيدة.

فوجئت الفرق المشاركة بالفريق المناعي يرتدي زيا عسكريا ولكن علي شكل خلاية لا يدرون ما هي بالإضافة إلي شاشة عرض كبيرة يعرض عليها فيلم ثلاثي الأبعاد عن كبسولة تجري وتقف وتسرع وتبطئ داخل أوعية دموية وأنسجة في الجسم لا يدرون ماهي وصوت عمرو يأتي مع خلفية موسقية رائعة تجذب كل من يري العرض ليستمع اليه ويشاهده. كما فوجئ الجميع في نهاية الفيلم المعروض علي الشاشة برسومات للخلايا وهي تؤدي التحية العسكرية من خلال زوائد سيتوبلازمية تخرج من الغشاء الخلوي لتشكل ساعدا يؤدي التحية من وقت لآخر.

وأمام كل فريق يوجد صندوق يضع الجمهور بداخله قصاصة ورق وعليها تقييمهم لفكرة ونتاج المعسكر مدرجة من ١-١٠. ومع أن هذه التقيمات لن تؤثر في درجات الحكام إلا أن ادارة المعسكرات بالمدرسة إقترحتها كنوع مختلف للتحكيم من غير المتخصصين وهم الجمهور علي أن يعلن عنها أيضا للفرق ولكن بعد أن تعلن نتيجة المحكمين.

أعلن المذياع عن وصول ادارة المدرسة التي جلسة بين صفوف الجمهور ثم رحب بالمحكمين الثلاث إلي الساحة والذين بدأوا يتنقلون من عرض اللي عرض وهم يلقون نظرة متأنية علي محتويات كل فريق مع توجيه الأسئلة وتلقي الإجابات وتسجيلها بدقة دون أي تعليق من جانبهم. إنتهي التقييم المبدأي للمحكمين واتجهوا الي المنصة الخاصة بهم والتي تتوسط مساحة العرض. أعلن مقدم الحفل عن بداية مراسم التقييم النهائية وطلب من الجميع الهدوء والإلتزام بمقاعدهم ليبدأ البرنامج.

رحب مقدم الحفل بالجميع ، ادارة المدرسة، والمحكمين والجمهور والطلاب ثم الفرق نفسها ثم أعطي فكرة عن المدرسة وتاريخها في تنظيم المعسكرات علي مستوي الدولة وشهرتها فيه ومدي أهمية هذه المعسكرات ليس فقط في إكتساب الطلبة معلومات نظرية وعلمية جديدة ومتقدمة بصورة مبسطة ومساعدتهم في الحصول علي منح دراسية بل الأهم هو خلق روح الإبداع الفكري لدي الطلبة. ثم قام مقدم الحفل بعد ذلك بتقديم فرق المعسكر ومدة المعسكر وأماكنه ونظام تنافسهم وكيفية التقييم والجائزة المخصصة.

والآن سيداتي وسادتي لنبدأ العرض التوضيحي لأول فريق وهو الفريق الهندسي. ألقي الفريق عرض شيق جدا عن كيفية فك وتركيب موتور

السيارة بروبوت صغير به عطل ما بخطوات متتابعة يتوقف فيها الروبوت ولذي يتوقف عند أي مرحلة يعترضه فيها العطل. وتوالت العروض من باقي الفرق مثل الفريق العنكبوتي ، الفريق السماوي ، الفريق الزراعي ، الفريق الطبي ، الفريق العسكري ، والفريق المناعي وهكذا حتي انتهت جميع الفرق من عروضها ودون الحكام ملاحاظتهم أولا بأول.

والآن أيها السادة ، استراحة شاي لمدة ربع ساعة نعود بعدها إلي هنا لسماع الحكم النهائي وترتيب الفرق المشاركة والفريق الفائز.

كانت الاستراحة فرصة كبيرة للشركات والمؤسسات الأدبية والعلمية وغيرها التي يتم دعوتها كل عام في هذه المناسبة ان يتناقشوا مع الفرق البحثية والمشرفين المعسكر عن قرب بعد ان القوة نظرة علي منتجات المعسكرات الفكرية والمادية وكذلك العروض التي تمت امام الجميع منذ قليل. وبالفعل كان هناك اهتمام كبير علي منتجات كل الفرق والتي وده أنا اعجبته جدا.

فوجيء عمرو وفريقه ومعاهم المشرف بمثل مؤسسة أدبية واخري عسكرية وأخري اكاديمية تطلب منهم مواعيد للمقابلة في وقت لاحق

لمناقشة افكارهم الخاصة بتدريس الجهاز المناعي لطلاب الكلية العسكرية وكتبت رواية والتعرف علي المفاتيح الشخصية. لم يصدق الطلاب انفسهم وهم يسمعون هذه العروض التي من الواضح انها من الممكن ان تحقق احلامهم علي أرض الواقع. طلب المشرف منهم الكروت الشخصية ووسائل الاتصال ووعدهم بالتسأل بهم فور انتهاء المعسكر وبعد ان ينقل هذا الطلب اللي ادارة المدرسة لتتم اللقاءات من خلالهم. وهو كذلك ونحن علي احر من الجمر في انتظار مكالمتك ايها الأستاذ الرائع وأهنئك علي فكر طلابك المبدعين وعلي مجهودك معهم. وقبل ان يبرح الجميع المكان فوجيء المشرف بمندوب شركة فنية يعرب عن اعجابه الكبير بالأغنية التي غناها الطلاب عن الجهاز المناعي وخاصة الطريقة التي غنوها بها في كورال رائع.

طار الأولاد من الفرح من اعجاب المندوبين بهم وشاعرة ان الجائزة تتقترب منهم طالما أن معظم انتاجهم نال اعجاب المتخصصين. وانطلقوا دون ان يدروا في غناء أغنيتهم مناعة من حديد التي غنوها منذ قليل أثناء عرضهم عن المعسكر تعبيرا عن فرحهم. انضم عاليهم معظم الطلاب فانتشروا بين الحاضرين بزيهم الجميل المعبر عن معاني الأغنية فتحولت الاستراحة الي فقرة فنية لم تكن ي

الحسبان مما جعل الجميع يصفق لهم تقديرة واعجابا بأداؤهم الراقي والجميل.

انتهت الاستراحة وهدأت الاقدام واخذ كل مكانه وبدا مقدم الحفل في تقديم اخر فقرات اليوم.

سيداتي و سادتي, نرجو ان تكونوا قد استمتعتم بالإستراحة وبالحوار المفتوح مع فرق المعسكرات المختلفة ومع المشرفين, ونتمني أن يكون الجميع كون معارف وصداقات ومشروعات عمل, كما نتمني أن يكون الجميع قد قضي وقتا مفيدا اليوم وحتي الان خاصة ةولياء الأمور ونحن علي يقين بأنهم فخورين بما قدمة أبنائهم من فكر ابتكاري طوال المعسكر وبروح الفريق. والان السيد الأستاذ مدير المدرسة لالقاء كلمة عن اهمية المعسكرات للطلاب والمجتمع ثم اعلان النتيجة النهاية

وقفت قلوب الطلاب عندما قرب الأستاذ مدير المدرسة ان ينتهي من كلمتهثم بدأ في دعابة يعد من ١٠ الي ١ قبل أن يعلن نتيجة ترتيب الفرق علي حسب درجاتها في الأداء والفكرة والإلتزام والتطبيق العملي والعرض الأخير الذي تم تقديمه اليوم وكذلك المعرض وروح الفريق ثم

تقدير المشرف. أمسك مدير المدرسة الورقة التي بها الترتيب وأمسك أعضاء الفرق أنفاسهم والكل يتمني أن يكون هو صاحب الرقم واحد ليحتفل به الجميع ويسجل اسم الفريق في لوحة شرف المد سة للأبد.

تطلع عمرو إلي زملائه وإبتسم بثقة فأمسك أعضاء فريقه جميعا بيده وتراصوا في نصف دائرة وكأنهم علي ثقة بأن الجائزة من نصيبهم.

وضع المشرف يديه علي أكتاف طلابه وهو يقول ، يا شباب لا تقلقوا ولو فاتتكم الجائزة، فما نلتموه من شرف الصداقة بينكم سويا وبيني وبينكم ثم ما تعلمتوه ثم تطبيقم لما تعلمتوه ثم العروض التي انهالت علي تسويق أفكاركم ثم وقفتكم هذه في نصف دائرة مشبكين أيديكم وقلوبكم وعقولكم سويا لهي الجائزة الكبري. الجائزة هي مجرد تشريف معنوي لو أخطأتك فلن تضل الطريق لأنها سوف تصيب أصدقاء لك آخرون هم أيضا قاموا بمجهود رائع كما رأيتم.

نحن لن نحزن يا أستاذ لو أخطأتنا الجائزة ولكن سوف نسعد كثيرا لو حصلنا عليها.

علينا أن نتوقف الآن عن الهمهمة لأن واضح أن المشرف قد وصل في خطابه إلي النطق بالنتيجة، انصتوا طلابي الأعزاء.

والأن إليكم النتيجة النهائية للفرق السته لمعسكر هذه السنة والتي شارك فيها خمسون طالب وطالبة بالإضافة إلي المشرفين والمساعدين. وبالنظر إلي الدرجات نجد أنها متقاربة جدا مما يدل علي نجاح الجميع في المهمة ووصولهم إلي تحقيق الأهداف جميعا. ولذلك فأنا كمدير مدرسة أعتبر الجميع أصحاب المركز الأول وأهنيء الجميع بهذا الفوز الكبير لكل الفرق التي تكاد تتساوي جميعا في الأبداع والإنجاز والإلتزام والعروض الرائعة التي تم تقديمها والإجابة علي الأسئلة التي وجهت إليهم من قبل المحكمين والمنتجات التي توصلوا إليها وعرضوها بفخر أمام الجمهور. ألف مبروك لكل الفرق علي هذه الجائزة التي يستحقونها بجدارة والمدرسة تفتخر جدا بهذا الإبداع الذي يعكس عقول ذكية وقوية نأتمنهم علي مستقبل بلدنا الحبيب ونستطيع أن نسلم لهم الراية بكل إطمئنان بأن المستقبل سوف يكون أفضل وأرقي بهذه العقول التي توجد في كل مكان وليس في مدرستنا فقط. وهنا صمت برهه قبل ان يستكمل.

هنا تأكد لجميع الفرق ان الجائزة سوف تكون من نصيب الكل وليس هناك فائز وحيد. لم يحزن الفريق المناعي علي ما سمع خاصة أن

باقي الفرق بالفعل كانت رائعة. يا أصدقاء أظن هذا تصرف رائع من المدرسة لتقدير كل الفرق التي ظهرت بمستوي عال. يا أستاذنا نحن غير حزاني علي الاطلاق ولكن كنا نتمني أن يكون هناك درع لأفضل المتميزين سواء كان من نصيبنا أومن نصيب أي فريق اخر. ولم يستطع المشرف أن يرد نظرا لأن المدير عاد ليكمل حديثة .

ونظرا لأن دائما هناك أفضل المتميزين فقد إختارت لجنة التحكيم فريقا لإهدائده درع التميز علي أن تقسم الجائزة المادية بين جميع الفرق.

كاد قلب أعضاء الفريق المناعي أن يتوقف فمازال الأمل يحدوه بأن يكون هو أول الأوائل. نظر عمرو للجميع بابتسامته الهادئة ووراءه المشرف وحواليه زملاءه منتظرين شفاه المدير أن تتحرك بإسم الفريق ، وتحركت بالفعل الشفاه.

الفريق الذي حصل علي درع التميز نتيجة للفكر الإبداعي المتميز وكثرة تطبيقاته هو .... "الفريق المناعي "

واوووو ... قالها عمرو بصوت عالي وكأنه كان يخبأها في حلقومه ، وتعالت الصيحات والهتافات من أعضاء الفريق والمشرف يربت عليهم ... والفرحة تتراقص في أعينهم والسعادة تحيطهم من كل جانب ...

ألف مبروك لجميع الفرق لإقتسام الجائزة الكبري والف مليون مبروك للفريق المناعي للحصول بجدارة علي درع التميز للمعسكر... وأدعو الفريق المناعي للمنصة لإستلام الدرع بصحبة المشرف .

جري الفريق ويتوسطهم عمرو وأمامهم المشرف يدفعوه دفعا وهو في قمة السعادة .

كانت فرحة عمرو بالغة وهو يستلم الدرع ويرفعه عاليا بيديه مشاركا المشرف ثم وهم يسلمه للفريق ليرفعوه جميعا وكأنه كأس العلم .

والأن وبصفتي مدير المدرسة نطلب من قائد الفريق المناعي أن يلقي كلمة في دقيقة بالنيابة عن الفريق.

أمسك عمرو بالمايك ، بالنيابة عن زملائي أقول: العقول المبدعة تستطيع أن توّلد الأفكار من رحم المعلومات ، وهذا ما فعلته عقولنا وإن إختلفت ولكنها تجمعت علي عقل واحد تحت راية وتوجيه مشرفنا المبدع الذي إستطاع أن يوجه العقول بدفة الإبداع اللاسلكية. يشكر

الفريق المناعي كل الدعم المالي والفكري من المدرسة. ويحيا الجهاز المناعي.

أحسنت يا عمرو ، ونتمني لك ولفريقك كل التوفيق ومزيد من الإبتكار العلمي الموجه لصالح رقي وتقدم المجتمع. وتم التقاط الصورة التذكارية

وللسادة الحضور نلقاكم علي خير في المعسكر القادم واستمتعوا بوقتكم حتي النهاية ...

ولكم تحيات المدرسة بلدكم الصغير ..

انتهت بحمد الله

ا.د. محمد لبيب سالم